

Jaakko Juslin

Suunnitteluprosessit asuinkerrostalokohteiden LVI-suunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri YAMK

Talotekniikka

Opinnäytetyö

24.5.2020

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Jaakko Juslin Suunnitteluprosessit asuinkerrostalokohteiden LVI-suunnittelussa 53 sivua 24.5.2020
Tutkinto	insinööri ylempi AMK
Koulutusohjelma	Talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja	yliopettaja, Aki Valkeapää
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda suunnitteluprosessit asuinkerrostalokohteiden LVI-suunnittelua varten. Suunnitteluprosessien määrittämiselle nähtiin tarve, jotta suunnittelu työstä tulisi tasalaatuisempaa ja aikataulujen hallinta helpottuisi.</p> <p>Opinnäytetyössä prosessit jaettiin ydinprosesseihin ja niiden osaprosesseihin. Ydinprosesseiksi määriteltiin asuntosuunnittelun tehtäväluettelosta sellaiset tehtävät, joilla on merkittävä osuus LVI-suunnittelussa, ja jotka alkavat asiakkaasta ja päättyvät asiakkaaseen.</p> <p>Kun ydinprosessit oli määritelty, määriteltiin ydinprosesseille osaprosessit. Osaprosessien määrittämisessä tunnistettiin toimenpiteet, joilla ydinprosessi saadaan vietyä alusta loppuun. Jokaiselle suunnitteluryhmän jäsenelle määritettiin omat osaprosessit ja osaprosessit järjestettiin kaavioissa oikeisiin suoritusrakenteisiin.</p> <p>Projektipäällikön osaprosesseihin syvennettiin tarkemmin ja määritettiin eri osaprosesseille tehtävän sisältö, tarvittavat dokumentit ja työkalut, joita tehtävän suorittamiseen tarvitaan, sekä osaprosessin lopputuote.</p> <p>Kun prosessit oli määritelty, selvitettiin millä tavoin laaditut prosessit voidaan testata mahdollisten virheiden tai puutteiden varalta ja määritettiin miten prosesseja mitataan ja aletaan kehittämään.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena on laaditut prosessikaaviot asuinkerrostalokohteiden LVI-suunnittelusta. Prosessikaaviot auttavat suunnittelijoita tekemään oikeita asioita oikea-aikaisesti, ymmärtämään kokonais kuvan ja oman tehtävän merkityksen, sekä auttaa projektipäälliköitä määrittämään aikatauluja tarkemmin.</p> <p>Lisäksi prosessien mittaamisella voidaan havaita, mihin kuluu hukka-aikaa ja mitä prosesseja ja käytettäviä työkaluja pitää kehittää.</p>	
Avainsanat	asuinrakennusten LVI-suunnittelu, LVI-suunnitteluprosessit, prosessien kehittäminen

Author Title Number of Pages Date	Jaakko Juslin HVAC Design Processes for Apartment Buildings 53 pages 24 May 2020
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Instructor	Aki Valkeapää, Principal Lecturer
<p>The goal of the thesis was to define processes for the HVAC design of apartment buildings in order to improve the quality of designs, standardize working methods, improve schedule management and enable time loss measuring and establish the processes improve.</p> <p>The processes were defined as main processes, beginning and ending with a customer, and their sub processes, defined as processes inside a main process that must be done to complete one main process and proceed to the next one. Sub-processes were defined for every member of a project group, for all main processes.</p> <p>The sub-processes of a project manager were studied in more detail. The contents of tasks, necessary documents and tools, and the output of a sub-process were defined for each sub-process.</p> <p>The processes must still be tested. The thesis included a plan for identifying errors or shortcomings, as well as methods for measuring and improving the processes. Furthermore, the thesis presented process diagrams for the HVAC design of apartment buildings. With the diagrams, designers can do things on time, and understand the big picture projects and the importance of their tasks. Furthermore, project managers can define schedules accurately, discover possible time waste and processes and tools to improve.</p>	
Keywords	HVAC design process, process development, HVAC of residential apartment buildings

Sisällys

1	Johdanto	3
2	Prosessiajattelu ja prosessijohtaminen	4
2.1	Prosessiajattelun historia	4
2.2	Mitä on prosessiajattelu ja prosessijohtaminen	5
3	Prosessien nykytila ja tavoitetila	6
4	Prosessien määrittäminen	9
4.1	Ydinprosessien tunnistaminen	11
4.2	Osaprosessien tunnistaminen	14
5	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu	15
5.1	Ydinprosessi	15
5.2	Osaprosessit	17
6	Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen	20
6.1	Ydinprosessi	20
6.2	Osaprosessit	21
7	Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten	25
7.1	Ydinprosessi	25
7.2	Osaprosessit	27
8	Täydentävien suunnitelmien laatiminen	30
8.1	Ydinprosessi	30
8.2	Osaprosessit	31
9	Rakentamisen aikaiset tehtävät	33
9.1	Ydinprosessi	33
9.2	Osaprosessit	35
10	Prosessien mittaaminen ja datan keräyssuunnitelma	39
11	Datan analysointi	46

	2
11.1 Prosessikaavioiden optimointi	48
11.2 Tuntiarviotaulukon optimointi	48
12 Prosessien kehittäminen	49
12.1 Vaihe 1 – potentiaaliset ratkaisuvaihtoehdot	50
12.2 Vaihe 2 – ratkaisuvaihtoehdon valinta	50
12.3 Vaihe 3 – riskiarviointi	51
12.4 Vaihe 4 – täytäntöönpanosuunnitelma	51
12.5 Vaihe 5 – vaikutuksen arviointi	52
13 Yhteenveto	52
Lähteet	54

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena on soveltaa prosessiajattelua asuinkerrostalojen LVI-suunnittelussa. Opinnäytetyössä tehdään pohjatyö prosessien luontiin asuinkerrostalojen LVI-suunnittelun eri vaiheista, sekä luodaan LVI-suunnittelun ydinprosessit ja osaproessit.

Yksittäiset ydinprosessit jaetaan prosessin vaiheisiin, osaprosesseihin, ja jokaiselle vaiheelle määritetään tehtävän sisältö, tarvittavat lähtötiedot, prosessin vaiheissa käytettävät työkalut, sekä lopputuote, joka prosessista saadaan ulos.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään pääosin projektipäällikön osaprosesseihin. Ilmanvaihtosuunnittelijan, lämmitys ja jäähdytysuunnittelijan sekä vesi- ja viemärisuunnittelijan osaprosesseja käsitellään tarkemmin muissa yritykselle tehtävissä opinnäytetöissä

Tällä hetkellä asuinkerrostalojen LVI-suunnittelun eri vaiheet ja niiden merkitys seuraaviin vaiheisiin on suunnittelijoille osittain epäselvää. Suunnitteluvaiheiden esittäminen prosesseina auttaa suunnittelijoita ymmärtämään paremmin suunnitteluprojektin kokonaisuuden ja suunnittelijoilla on parempi käsitys oman suunnitteluprosessin merkityksestä seuraavaksi tulevan prosessin läpivientiin.

Suunnittelun läpivienti määrittyjen prosessien mukaan yhtenäistää työtapoja, auttaa aikataulujen arvioinnissa, tuottaa asiakkaalle laadukkaampia ja tasalaatuisia suunnitelmia, sekä vähentää ikäviä yllätyksiä suunnittelun aikana.

Kun asuinkerrostalojen LVI-suunnittelun jokaisesta vaiheesta on tehty omat prosessit, on myös yksittäisten prosessien kehittäminen mahdollista. Suunnitteluprojektin ajankäyttöä on helpompi seurata ja havaita, mihin kulutetaan eniten aikaa eri prosesseissa. Niitä prosesseja, joihin kuluu paljon aikaa, voidaan kehittää esimerkiksi parantamalla prosessissa käytettäviä työkaluja.

Haasteena on määritellä kaikki tarvittavat prosessit ja laatia suunnitelma, miten tässä lopputyössä määritellyjä prosesseja kehitetään ja tarkennetaan vastaamaan realistista tilannetta. Opinnäytetyön haasteena on myös prosessiajattelun jalkauttaminen päivittäiseen suunnittelutyöhön.

2 Prosessiajattelu ja prosessijohtaminen

2.1 Prosessiajattelun historia

Prosessiajattelun juuret yltävät 1800-luvun loppupuolelle, kun teollistumisen seurauksena oli kehitettävä johtamisoppeja. Kyseisellä aikakaudella oli tyypillistä, että johtajat olivat harvoin tekemisissä työntekijöiden kanssa. Johto antoi työtehtävät, mutta ei määritellyt tarkemmin, miten työ tulisi tehdä. Standardisointia ei ollut ja työn suoritustavat ja kestot vaihtelivat tekijän mukaan. Samaan aikaan paine massatuotantoon kasvoi, joka toi tarpeen yksinkertaistaa ja tehostaa tuotantoa. [1.]

Frederick Winslow Taylor vastasi tähän tarpeeseen kehittämällä 1900-luvun alkupuolella liikkeenjohdon menetelmän, jota myöhemmin kutsuttiin taylorismiksi. [2.]

Taylorin menetelmässä työtehtävät pilkotaan osiin, standardisoidaan ja etsitään tieteellisillä menetelmillä tehokkain tapa suorittaa yksittäinen tehtävä. Taylorin menetelmässä pyritään eroon ajatuksesta ”näin on aina tehty”. [2.]

Taylorismissa työntekijöille määritetään työtehtävä tekijän motivaation ja osaamisen mukaan ja heitä koulutetaan kyseisen työtehtävän suorittamisessa. Tällä toimintatavalla halutaan saavuttaa paras mahdollinen tehokkuus työntekijästä. [2.]

Taylor halusi myös lisätä johtajien ja työntekijöiden välistä yhteistyötä. Johtajien tulisi seurata työntekijän suorituksia ja antaa ohjeita. Seurannan perusteella johtajat voivat määritellä tarpeellisia koulutuksia ja kehittää toimintatapoja yksinkertaisemmiksi. Taylorin malli ei vielä itsessään ollut prosessijohtamista, mutta se johti organisaatioajatteluun ja sitä kautta ajansaatossa myös prosessiajatteluun ja prosessijohtamiseen. [2.]

Vuonna 1985 Michael Porter esitti kirjassaan ”Competitive Advantage” konseptin arvoketjusta. Porterin konseptissa keskitytään siihen, miten syötteet (input) muunnetaan asiakasta palveleviksi tuotteiksi (output). Porterin arvoketju sisältää peräkkäisiä ja rinnakkaisia toimintoja. Toiminnot muodostavat kokonaisuuden, jonka päässä on asiakkaan tarpeen mukainen lopputuote. [3.]

Porterin esittämällä arvoketjulla oli suuri vaikutus prosessiajatteluun.

2.2 Mitä on prosessiajattelu ja prosessijohtaminen

Prosessi on ketju toisiinsa liittyviä toimintoja ja niiden toteuttamiseen tarvittavia resursseja. Prosessiajattelussa prosessi alkaa pääsääntöisesti asiakkaan tarpeesta ja päättyy asiakkaan tarpeen tyydyttämiseen esimerkiksi tuotteen tai palvelun toimittamisella.

Prosessiajattelussa työ suunnitellaan siten, että erillisille työtehtäville määritellään looginen suoritusjärjestys. Toimiakseen prosessi tarvitsee syötteitä eli tietoja tai materiaaleja, jotka jalostuvat prosessissa. Resurssit, eli toteuttajat, muuntavat prosessin aikana syötteet tuotteiksi tai palveluiksi. [4.]

Prosessijohtamisessa on perusajatuksena johtaa toimintaa prosessien kautta. Esimerkiksi virheiden sattuessa ei ensisijaisesti etsitä virheen tekijää, vaan tutkitaan onko määritelty prosessi puutteellinen ja pitäisikö sitä kehittää, jotta tulevaisuudessa vastaavilta virheiltä vältytään.

Määriteltyjä prosesseja mitataan erilaisin keinoin ja tulosten perusteella prosesseja kehitetään.

Prosessien terminologialle ei ole täysin vakiintuneita käytäntöjä. Prosesseissa käytetään nimikkeitä pää-, ydin-, osa-, avain- ja tukiprosessi. Terminologia on määriteltävä yhteisesti yrityskohtaisesti.

Tässä opinnäytetyössä prosessit jaetaan kahteen eri ryhmään; Ydinprosesseihin ja niiden osaprosesseihin. Ydinprosessit ovat prosesseja, jotka alkavat asiakkaasta ja päättyvät asiakkaaseen. Osaprosessit ovat ydinprosessin vaiheita, jotka tukevat ja luovat toimintaedellytykset ydinprosesseille.

Ydinprosessit

Ydinprosessit ovat toistuvia tapahtumaketjuja, joilla on aina alku ja loppu. Ydinprosessi tuottaa asiakkaalle lisäarvoa, joka taas tuottaa yritykselle tulosta. Ydinprosessista saatavan lopputuotteen vastaanottaa asiakas. [5.]

Ydinprosessien tunnistamisessa on neljä eri vaihetta. Ensimmäisessä vaiheessa tunnistetaan keskeiset asiakasryhmät. Toisessa vaiheessa tunnistetaan asiakastarpeet. Asia-

kastarpeiden tunnistaminen voidaan suorittaa asiakashaastatteluilla sekä palautekyselyillä. Kolmanneksi tunnistetaan ydinprosessin alku sekä lopputulos. Neljännessä vaiheessa tunnistetaan prosessin vaikuttavuus. [6.]

Osaprosessit

Osaprosessit ovat ydinprosessin vaiheita, jotka suoritetaan määrättyssä järjestyksessä. Ne ovat suunnittelun sisäisiä prosesseja, jotka tukevat ja luovat toimintaedellytykset ydinprosesseille. Osaprosessien toimivuus on kriittistä ydinprosessien toimivuuden takaamiseksi.

Ydinprosessin läpiviemiseksi tarvittavat osaprosessit täytyy tunnistaa. Ydinprosessissa määritellään prosessin alku ja lopputulos, asiakastarpeet, sekä asiakasryhmät. Osaprosesseissa tulee tunnistaa toimenpiteet, joilla ydinprosessi saadaan vietyä alusta loppuun. Osaprosesseissa asiakas on yleensä organisaation sisäinen henkilö tai ryhmä. Osaprosessin lopputuote siirtyy lähtötiedoksi organisaation sisällä seuraavalle työntekijälle, jotta hän pääsee aloittamaan oman osaprosessinsa. Osaprosessille määritetään tehtävän sisältö, tarvittavat dokumentit, työkalut, sekä lopputuote. [7.]

3 Prosessien nykytila ja tavoitetila

Asuinrakennusten LVI-suunnittelun vaiheet ja niiden sisällöt eivät ole täysin selkeitä suunnittelijoille. Suunnitteluprosesseja ei ole määritelty ja suunnittelu etenee usein sekavassa järjestyksessä. Seuraaviin suunnitteluvaiheisiin siirrytään, vaikka edellinen on vielä keskeneräinen. Tämä johtaa usein siihen, että suunnitelmiin tehdään myöhemmässä vaiheessa paljon korjauksia ja muutoksia. Tämä johtaa aikatauluongelmiin ja projektien taloudellisen kannattavuuden heikkenemiseen. Aikatauluongelmat aiheuttavat usein ongelmakierteen. Kun yhden projektin aikataulu pettää, ei seuraavaa projektia päästä aloittamaan oikeaan aikaan. Tämä taas aiheuttaa sen, että suunnittelussa kiirehditään ja aloitetaan seuraavia suunnitteluvaiheita ennen kuin edellinen on valmis. Myös suunnitelmien tarkistukset jäävät usein vajavaisiksi, sekä asiakkaan kanssa kommunikointi ja eri suunnitteluvaiheiden suunnitelmien hyväksyttäminen jää tekemättä.

Kun suunnittelusta puuttuu yhdessä tunnistetut prosessit ja niiden vaatimat työkalut sekä mallisuunnitelmat, seurauksena on seuraavassa luettelmassa esitetyjä projektien nykytilanteen ongelmia.

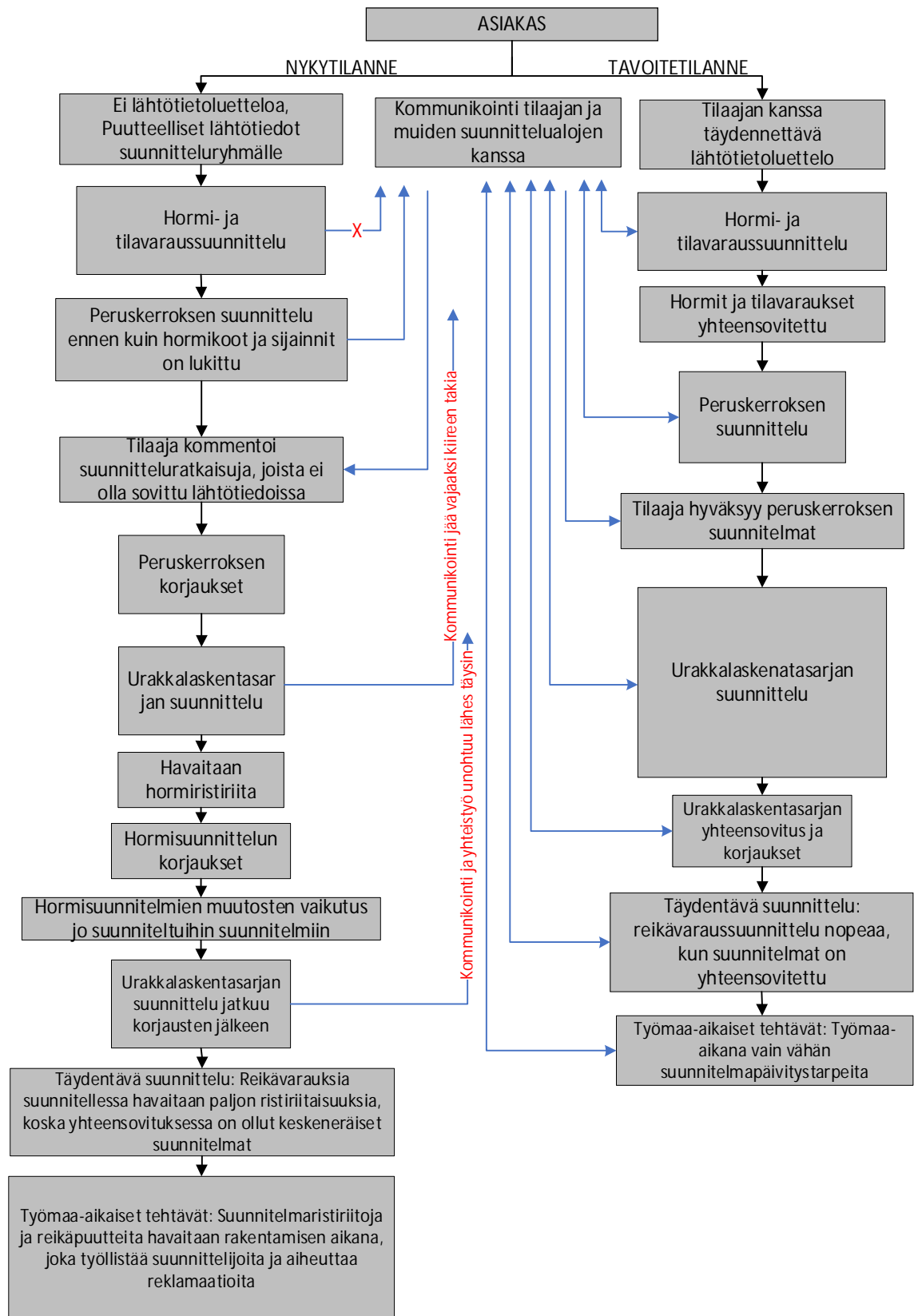
- Laatu vaihtelee.
- Läpimenoajat vaihtelevat.
- ennustettavuus heikkenee.
- Työtehtävät eivät ole vakioituja.
- Onnistumiset riippuvat yksittäisten henkilöiden suorituksista.
- Lopputuloksen taso on riippuvainen prosessin heikoimmasta suorituksesta

Opinnäytetyön tavoitteena on, että projektit on purettu prosesseiksi. Kaikki suunnittelu-prosessit on tunnistettu ja niille on luotu selkeä rakenne ja järjestys. Prosessit suoritetaan määrätyssä järjestyksessä ja jokaisen prosessin päätteessä on tarkastuspiste. Tarkastuspisteen jälkeen siirrytään seuraavaan prosessiin. Jokaiselle prosessille on työkalunsa, jota kaikki käyttävät ja joita kehitetään keskitetysti.

Kun prosessit on tunnistettu ja yhteiset työkalut ovat kaikkien käytössä, prosesseista tulee hallittuja. Tällöin yksittäisten prosessien ajankäytön mittaaminen helpottuu ja aikataulujen hallinta paranee. Yhdenmukaistettujen työsuoritteiden ansiosta seuraavan luotelman mukaiset asiat mahdollistuvat.

- Tasainen laatu.
- Aikataulujen hallittavuus.
- Yksittäisten prosessien mittaaminen ja hukka-ajan tunnistaminen.
- Yksittäisten prosessien kehittäminen.
- Työkalujen kehittäminen keskitetysti.
- Henkilöriskin pieneneminen.

Kuvassa 1 on esitetty projektien nykytilanne ja tavoitetilanne.



Kuva 1. Projektien nykytila ja tavoitetilä.

4 Prosessien määrittäminen

LVI-suunnittelun tehtävät määritetään usein tilaajan tarjouspyynnössä olevan tehtäväluettelon mukaan. Asuinkerrostalohankkeissa käytetään usein asuntosuunnittelun tehtäväluetteloa RT 10-10827. Kyseinen tehtäväluettelo on laadittu nimenomaan asuntosuunnittelua varten ja on tässä mielessä parempi kuin esimerkiksi tehtäväluettelo TATE-12 tai TATE-18, jotka ovat laajempia kokonaisuuksia.

Asuntosuunnittelun tehtäväluettelossa RT 10-10827 suunnittelutehtävät käsittää 8 erillistä kohtaa.

1. Tarveselvitys
2. Hankesuunnittelu
3. Luonnossuunnittelu
4. Toteutussuunnittelu
5. Rakennusaikaiset tehtävät
6. Käyttöön- ja vastaanottoon liittyvät tehtävät
7. Käytön aikaiset tehtävät
8. Erillistehtävät

Asuntosuunnittelun tehtäväluettelossa määritetään eri suunnitteluvaiheille tehtävät ja tulosteet. Tässä lopputyössä pyritään määrittämään suunnittelun ydinprosessit siten, että ne ovat pääosin yhdenmukaiset asuntosuunnittelun tehtäväluettelon suunnitteluvaiheiden kanssa.

Ydinprosesseja määritettäessä on myös syytä tarkastella aikaisempien asuntosuunnitteluprojektien työtuntimääriä ja niiden jakautumista projektin eri vaiheissa.

Tutkimalla Sitowise Oy:ssa asuinkerrostaloprojektien LVI-suunnitteluun kirjattuja työtuntimääriä, voidaan selvittää, miten tuntimäärät jakautuvat suunnitteluvaiheiden suhteen. Yrityksessä käytetään tuntikirjausjärjestelmää, jossa projektit voidaan jakaa osaprojekteiksi ja asuinkerrostalokohteet jaetaan usein kolmeen osaprojektiin; luonnossuunnittelu, toteutussuunnittelu, työmaa-aikaiset tehtävät. Vertailuun on valittu yhdeksän erilaista kohdetta, jotka ovat joko päättyneet tai juuri päättymässä. Projektien eri osaprojekteissa käytetyt tuntimäärät ovat ladattu tuntikirjausjärjestelmästä ja esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Projektien tuntimäärät osaprojekteittain.

Kohde (projekti-numero)	Luonnossuunnittelu (h)	Toteutussuunnittelu (h)	Työmaa-aikaiset tehtävät (h)	Työmäärä yhteensä (h)
130346	87	660	130	877
140075	220	1200	200	1665
140305	970	3470	990	5280
150209	125	1000	247	1498
150801	40	270	35	460
150851	700	2750	1050	4500
161401	82	372	203	658
162025	132	890	480	1500
170560	340	600	400	1350

Laskemalla eri suunnitteluvaiheissa tehtyjen työtuntien keskiarvot ja vertaamalla niitä kokonaistymäärien keskiarvoon, saadaan hyvä arvio siitä, missä suunnitteluvaiheessa tehdään minkäkin verran työtä. Taulukossa 2 on esitetty aiemmin valittujen yhdeksän eri kohteen osaprojekteissa tehtyjen työtuntimäärien keskiarvot.

Taulukko 2. Työtuntien keskiarvot.

	Luonnossuunnittelu	Toteutussuunnittelu	Työmaa-aikaiset tehtävät	Työmäärä yhteensä
keskiarvo (h)	300	1246	415	1960
% kokonaistymäärästä	15 %	64 %	21 %	

Noin 15 % asuinkerrostalokohteen LVI-suunnitteluun käytettävistä työtuntimääristä käytetään luonnossuunnitteluun, 64 % toteutussuunnitteluun ja 21 % kuluu rakennusaikaisiin tehtäviin sekä käyttöön- ja vastaanottoon liittyviin tehtäviin.

Kyseistä tietoa voidaan hyödyntää prosesseja laadittaessa. Tuntikirjauksista voidaan päätellä, että toteutussuunnitteluun käytetään suurin osa tunneista ja jotta toteutussuun-

nittelua voidaan jatkossa tehostaa, on todennäköisesti kannattavaa pilkkoa toteutus-suunnittelu useammaksi prosessiksi. Myös työmaa-aikaisien tehtävien osuus on yllättävän suuri, joten siellä on varmasti potentiaalia tehostaa toimintatapoja.

4.1 Ydinprosessien tunnistaminen

Ydinprosessien tunnistamisessa on neljä eri vaihetta, joista kolme ensimmäistä vaihetta käsittää keskeiset asiakasryhmät, asiakastarpeet ja prosessin alku- sekä lopputuloksen. Tehtäväluettelossa määritetyt LVI-suunnittelun tulosteet ovat usein joko lähtötieto toisen suunnittelualan suunnittelijalle tai tarvittava asiakirja rakennuttajalle. Tehtäväluettelosta voidaan siis määritellä keskeiset asiakasryhmät, asiakastarpeet sekä prosessin lopputulos. Keskeiset asiakasryhmät ovat ne, jotka tarvitsevat tehtäväluettelon mukaisia tulosteita ja tulosteet itsessään ovat asiakastarpeita, ja lähtökohtaisesti myös prosessin lopputulos. Taulukossa 3 on esitetty ydinprosessin tunnistamisen vaiheet.

Taulukko 3. Ydinprosessin tunnistamisen vaiheet.

vaihe 1	vaihe 2	vaihe 3	
Keskeiset asiakasryhmät	Asiakastarpeet	Ydinprosessin alku sekä lopputulos	
		alku	lopputulos
• Asiakas 1	• Asiakkaan tarve	• Esim. asiakkaalta saatu lähtötieto tai toimeksianto	• Tarpeen toimittaminen

Ydinprosesseiksi voitaisi määrittää asuntosuunnittelun tehtäväluettelon RT 10-10827 pääkohdat 1–7, mutta asuinkerrostalojen LVI-suunnittelussa harvoin tilataan kaikkia tehtäväluettelon mukaisia tehtäviä. Jotkut tehtäväluettelon pääkohdista eivät ole työmääriltään merkittäviä LVI-suunnittelussa ja osa pääkohdista on niin laaja-alainen, että niistä on syytä laatia useampi ydinprosessi.

Tarveselvityksen sekä hankesuunnittelun tekee pääsääntöisesti tilaaja, eivätkä tehtävät kuulu suunnittelusopimuksen mukaiseen perustehtäväkokonaisuuteen, joten LVI-suunnittelu aloitetaan pääsääntöisesti kohdasta 3, luonnossuunnittelu. [8.]

Asuntosuunnittelun tehtäväluettelossa RT 10-10827 luonnossuunnittelu on jaettu kahteen vaiheeseen; ehdotusten laatimiseen (3.1), sekä luonnosten laatimiseen (3.2). Ehdotusten laatiminen sisältää LVI suunnittelun osalta LVIA-järjestelmäselvityksen ja luonnosten laatiminen sisältää teknisten tilojen tilantarpeiden määrittämisen, kunnallisten liittymätietojen silvittämisen sekä alustavat hormisuunnitelmat.

Koska vaihe 3.1, ehdotusten laatiminen, on työmäärällisesti pieni kokonaisuus, määritetään lähtökohtaisesti ydinprosessi koko luonnossuunnittelulle sisältäen kohdat 3.1 ja 3.2.

Toteutussuunnitteluun käytetään keskimäärin 64 % koko projektissa käytettävistä tunneista. Asuntosuunnittelun tehtäväluettelossa toteutussuunnittelu on jaettu neljään eri vaiheeseen; 4.1 alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen, 4.2 rakennuslupa- ja markkinointiasiakirjojen laatiminen, 4.3 suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten ja 4.4 täydentävien suunnitelmien laatiminen.

Toteutussuunnitteluun käytetään valtaosa projektissa käytettävistä tunneista. Suunnitteluvaihe on laaja ja vaiheen aikana tulee useampia pisteitä, joissa LVI-suunnitelmia pitää yhteen sovittaa ja hyväksyttää asiakkaalla. Toteutussuunnitteluvaihe on tästä syystä jaettava useammaksi ydinprosessiksi.

Alustavia teknisiä suunnitelmia laadittaessa suunnitellaan ennalta määritetty ”peruserkerros”. Peruserkerros on asuinkerrostalon sellainen kerros, joka toistuu useassa kerroksessa. Peruserkerroksen suunnitelmien yhteen sovitus on äärimmäisen tärkeää asuinkerrostalojen LVI-suunnittelun taloudellisen kannattavuuden kannalta. Jos peruserkerroksessa on virheitä, ne tulevat kopioitumaan kaikkiin muihinkin kerroksiin myöhemmässä vaiheessa ja silloin joudutaan korjaamaan useampaa kerrosta yhden kerroksen sijaan. Tehtäväluettelon kohdan 4.1 aikana lyödään monia suunnitteluasioita lukkoon ja hyväksytetään asiakkaalla. Tästä syystä tehtäväluettelon kohta 4.1 määritetään yhdeksi toteutussuunnittelun ydinprosessiksi.

Rakennuslupaan tarvittavia LVI-suunnitelmia ja asiakirjoja laaditaan jo luonnossuunnitteluvaiheessa sekä alustavia teknisiä suunnitelmia laadittaessa. LVI-suunnittelija toimittaa rakennuslupaa varten liitoskohtalausunnon, energiaselvityksen, raitisilmasäleikköjen ja vesikaton laitteiden sijainnit ja joissain tapauksissa LVI-järjestelmäkuvausten. Myös hormit on syytä olla rakennuslupaa hakiessa oikean kokoisia ja oikeilla paikoilla, jotta pohjia ei tarvitse suuremmin muuttaa luvan hakemisen jälkeen.

Tehtäväluettelon kohdan 4.2 tehtävät tehdään siis käytännössä kohtien 3 ja 4.1 aikana, joten kohtaa 4.2 ei ole järkevää määrittää omaksi ydinprosessiksi, vaan se sisällytetään aikaisempien prosessien tehtäviin.

Kohta 4.3, suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten on syytä alustavasti määrittää ydinprosessiksi. Suunnitteluvaiheessa laaditaan erilaisten kerrosten suunnitelmat, kopioidaan peruskerros ja laaditaan LVI-asiakirjat. Suunnitteluvaihe päättyy urakkalaskentavalmiuteen.

Kohta 4.4, täydentävien suunnitelmien laatiminen pitää sisällään pääasiassa reikäpiirustusten laadinnan. Reikäpiirustukset ovat itsessään laaja kokonaisuus ja valtaosa reklamaatioista tulee reikäpuutteista tai virheellisistä reikien koroista. Tästä syystä kohta 4.4 on syytä määrittää ydinprosessiksi.

Rakentamisen aikaisiin, sekä käyttöönoton aikaisiin tehtäviin käytetään keskimäärin 21% koko projektissa käytettävistä tunteista. Rakentamisen ja käyttöönoton aikaisiin tehtäviin sisältyy joitain suunnittelutehtäviä, kuten loppupiirustusten laadinta ja useimmissa kohteissa kylpyhuonekaavioiden täydentäminen tapahtuu vasta, kun rakentaminen on jo aloitettu. Iso osa rakentamisen aikana käytetyistä tunteista kuluu työmaakoukuihin ja erilaisiin tarkastuksiin. Varsinaisia suunnittelutehtäviä on rakentamisen aikana verrattain vähän. Määritetään ydinprosessi, johon sisällytetään tehtäväluettelon kohdat 5 ja 6, eli rakennusaikaiset tehtävät sekä käyttöön ja vastaanottoon liittyvät tehtävät, sekä rakentamisen aikana mahdollisesti tehtävät erillistehtävät 8.1, 8.4 ja 8.5, jotka sisältävät suunnittelua.

Ydinprosesseiksi määritetään lähtökohtaisesti seuraavat suunnitteluvaiheet:

- Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu
- Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen
- Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten
- Täydentävien suunnitelmien laatiminen
- Rakentamisen aikaiset tehtävät

4.2 Osaprosessien tunnistaminen

Ydinprosessin suorittamiseksi tarvitaan osaprosesseja. Osaprosessit ovat ydinprosessin vaiheita, jotka suoritetaan määrättyssä järjestyksessä. Ydinprosessissa määritellään prosessin alku ja lopputulos, asiakastarpeet, asiakasryhmät sekä vaikuttavuus. Osaprosesseissa määritetään toimenpiteet, joilla ydinprosessi saadaan vietyä alusta loppuun.

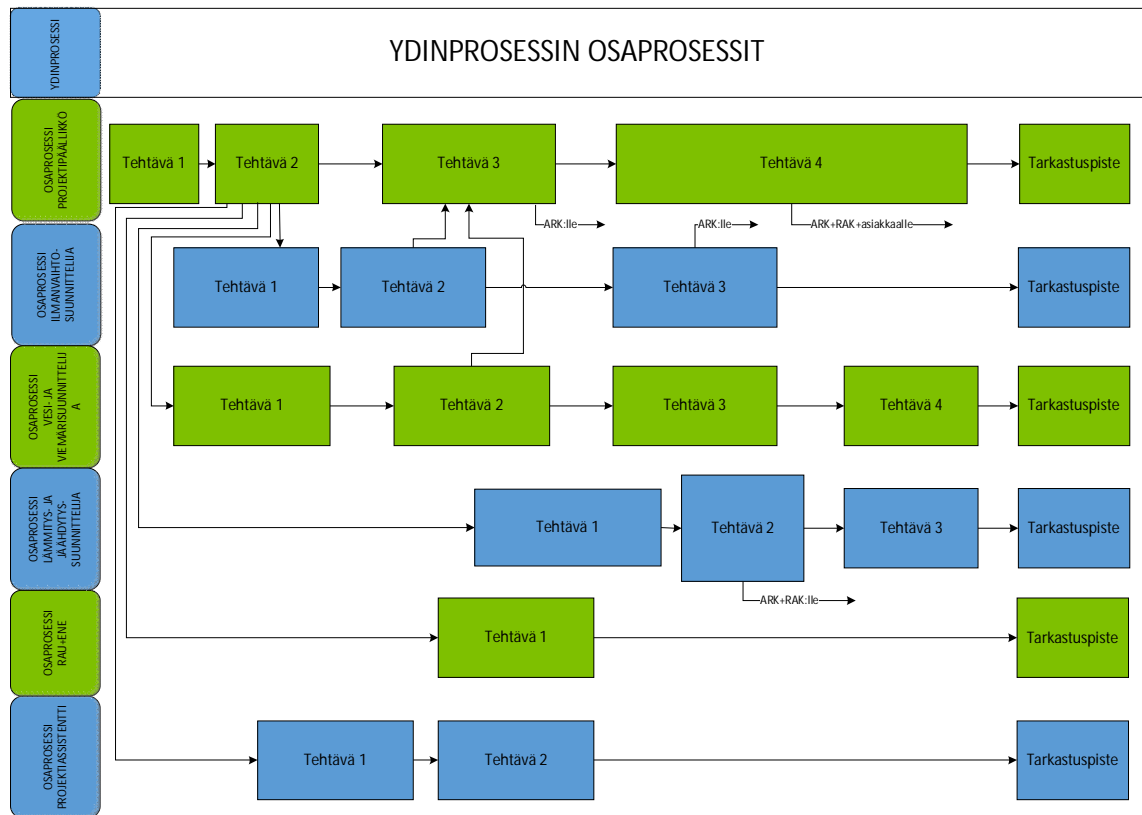
Asuinkerrostalokohteiden LVIAE-suunnittelutehtävät jakautuu lähtökohtaisesti seitsemään eri osa-alueeseen: Projektipäällikön tehtäviin, ilmanvaihtosuunnitteluun, vesi- ja viemärisuunnitteluun, lämmitys- ja jäähdytysuunnitteluun, automaatio suunnitteluun, energiasuunnitteluun, sekä projektiassistentin tehtäviin.

Jokaisella eri LVIAE-suunnittelun osa-alueella on omat osaprosessit, jotka suorittamalla päästään haluttuun ydinprosessin lopputulokseen. Vaikka suunnittelutehtävät jakautuvat seitsemään eri osa-alueeseen, usein projektissa on mukana vain 2–4 henkilöä kohteen koosta riippuen. Tällöin yksi henkilö tekee useamman osa-alueen tehtäviä. Esimerkiksi projektipäällikkö hoitaa myös ilmanvaihtosuunnittelun, tai vesi- ja viemärisuunnittelija suunnittelee myös lämmitysjärjestelmät.

Prosessikaavion avulla pystytään esittämään tarvittavat osaprosessit, järjestämään prosessit työn etenemisen kannalta oikeaan järjestykseen, sekä osoittamaan eri tehtävien merkitykset toisten suunnittelijoiden tehtävien suorittamiseksi. Esimerkiksi projektipäällikkö hankkii suunnitteluun tarvittavat lähtötiedot, joiden mukaan ilmanvaihtosuunnittelija laskee alustavat ilmamäärät ja valitsee sopivat ilmanvaihtokoneet. Tämän jälkeen projektipäällikkö saa ilmanvaihtosuunnittelijalta konekoot lähtötiedoksi ilmanvaihtokonehuoneen mitoitusta varten. Prosessikaavioiden osaprosessien järjestyksen ja sisältöjen määrittämiseksi on tehty yrityksen sisäisiä haastatteluja. [9.]

Prosessikaaviosta käy ilmi, mitä tehtäviä tulee tehdä, jotta päästään haluttuun ydinprosessin lopputulokseen. Tämän lisäksi laaditaan tarkemmat kuvaukset yksittäisistä osaprosesseista. Kuvaukset sisältävät yksittäisten tehtävien sisällöt, tehtävän suorittamiseen tarvittavat lähtötiedot, tehtävän suorittamiseen tarvittavat työkalut, sekä osaprosessin lopputuotteen. Osaprosessin lopputuote on usein lähtötietona seuraavaan osaprosessiin. Osaprosessien kuvaukset laaditaan jokaiselle suunnittelun osa-alueelle: projektipäällikölle, ilmanvaihtosuunnittelijalle, vesi- ja viemärisuunnittelijalle, lämmitys- ja jäähdytysuunnittelijalle sekä projektiassistentille.

Tämän opinnäytetyön yhteydessä laaditaan osaprosessien kuvaukset projektipäällikön tehtävistä. Kuvassa 2 on esitetty esitystapa osaprosessikaaviosta.



Kuva 2. Ydinprosessin osaprosessit.

5 Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu

5.1 Ydinprosessi

Asuinkerrostalokohteiden LVI-suunnittelu aloitetaan luonnos- ja tilavaraussuunnittelulla. Suunnittelu alkaa lähtötietojen keräämisellä. Suunnitteluun tarvittavat lähtötiedot kerätään pääosin rakennuttajalta, arkkitehdiltä ja rakennesuunnittelijalta, jotka ovat myös keskeiset asiakasryhmät luonnos- ja tilavaraussuunnittelussa.

Keskeisillä asiakkailla on erilaisia asiakastarpeita. Rakennuttaja tarvitsee rakennusluvan tarvittavia dokumentteja ja selvityksiä, kun muut suunnittelualat tarvitsevat lähtötietoja omaan suunnitteluun. Prosessin lopputulos sisältää kaikki kyseisen ydinprosessin

asiakastarpeet. Ydinprosessin alkupisteestä lopputulokseen päästään suorittamalla kyseisen ydinprosessin osaprosessit. Taulukossa 4 on esitetty ydinprosessin ”luonnos- ja tilavaraussuunnittelu” määrittämisen vaiheet

Taulukko 4. Ydinprosessi: Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu.

vaihe 1	vaihe 2	vaihe 3	
Keskeiset asiakasryhmät	Asiakastarpeet	Ydinprosessin alku sekä lopputulos alku	lopputulos
•Rakennuttaja	<ul style="list-style-type: none"> • LVI-järjestelmäkuvaukset • kunnallisten liittymätietojen selvittäminen (liitoskohtalausunto) <ul style="list-style-type: none"> – vesijohto – jäte- ja sadevesiviemäri – kaukolämpö 	• Lähtötietojen keruu	• LVI-järjestelmäkuvaukset ja liitoskohtalausunto
•Arkkitehti	<ul style="list-style-type: none"> • Teknisten tilojen sijaintien ja tilantarpeiden määrittäminen • Hormien koot ja sijainnit 	• Arkkitehdin luonnokset	• Hyväksytyt hormi- ja tilavaraussuunnitelmat
•Rakennesuunnittelija	<ul style="list-style-type: none"> • Hormien koot ja sijainnit • Runkoreitit ja suuret läpiviennit 	• Arkkitehdin luonnokset ja ontelo-suunnat	• Hyväksytyt hormisuunnitelmat ja runkoreitit

Ydinprosessin tunnistamisen vaiheessa neljä arvioidaan prosessin vaikuttavuutta. Luonnos- ja tilavaraussuunnittelulla on erittäin suuri vaikutus suunnittelun jatkoon kannalta. Luonnos- ja tilavaraussuunnittelussa määritetään lähtökohdat koko suunnittelulle. Jos luonnossuunnittelussa jää määrittämättä tarvittavia lähtötietoja, tai tilavarauksia ja hormoneja ei suunnitella valmiiksi, joudutaan näihin asioihin palaamaan myöhemmässä suunnitteluvaiheessa, jolloin on jo mahdollisesti edetty suunnittelussa väärään suuntaan puutteellisten lähtötietojen takia. Tämä johtaa uudelleen suunnitteluun ja projektin taloudellinen kannattavuus heikkenee.

5.2 Osaprosessit

Luonnos- ja tilavaraussuunnittelun ydinprosessin lopputuloksena on hyväksytyt hormi- ja tilavaraussuunnitelmat, LVI-tekniikan runkoreitit sekä liitoskohtalausunto. Prosessikaavion mukaiset osaprosessit suorittamalla päästään haluttuun lopputulokseen.

Luonnos- ja tilavaraussuunnittelussa suunnittelutyötä on pääasiassa projektipäälliköllä. Pienemmissä kohteissa projektipäällikkö voi laatia kaikki luonnos- ja tilavarausvaiheen laskelmat ja suunnitelmat, mutta suuremmissa kohteissa tehtävät voidaan jakaa eri suunnittelijoille.

Ilmanvaihtosuunnittelija tekee alustavat ilmamäärälaskelmat ja koneajot, joiden mukaan projektipäällikkö mitoittaa ilmanvaihtokonehuoneet ja hormien kanavakoot.

Vesi- ja viemärisuunnittelija tilaa liitoskohtalausunnot, laskee alustavat virtaama- ja painelaskelmat ja selvittää paineenkorotuksen tarpeen. Kun liitoskorot ovat tiedossa, vesi- ja viemärisuunnittelija selvittää mahdolliset pumppaamotarpeet suunnittelemalla alustavat viemärireitit rakennuksen ja liittymien välille.

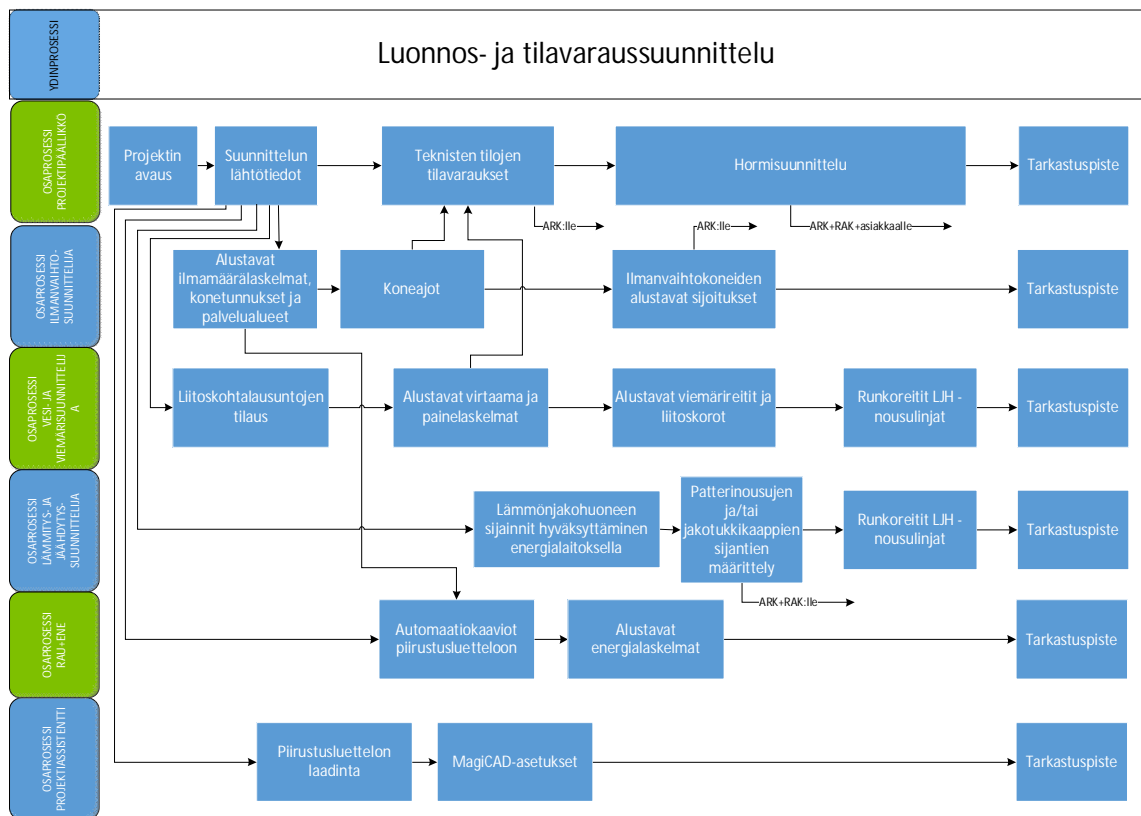
Lämmitys- ja jäähdytyssuunnittelija hyväksyttää lämmönjakohuoneen sijainnin energialaitoksella ja määrittelee patterinousulinjojen ja mahdollisten jakotukkikaappien sijainnit tilavaraussuunnitelmiin.

Lämmitys- ja jäähdytyssuunnittelija, vesi- ja viemärisuunnittelija sekä ilmanvaihtosuunnittelija suunnittelevat yhteistyössä alustavat runkoreitit.

Luonnos- ja tilavarausvaiheessa energiasuunnittelija laatii tarvittaessa alustavia laskelmia. Esimerkiksi jos tilaajalla on tahtotila käyttää porrashuoneissa huippumureita ilman lämmön talteenottoa, energiasuunnittelija tutkii vaikutukset E-lukuun.

Projektiassistentti laatii piirustusluettelon, muokkaa MagiCAD -projektin asetukset kohteen mukaisiksi.

Kuvassa 3 on esitetty luonnos- ja tilavaraussuunnitteluvaiheen osaprosessit.



Kuva 3. Luonnos- ja tilavaraussuunnittelun osaprosessit.

Projektipäällikön osaprosessit

Luonnos- ja tilavaraussuunnitteluprosessissa projektipäällikön tehtäviin kuuluu projektin avaus, lähtötietojen kerääminen, teknisten tilojen tilavarausten laatiminen sekä hormissuunnitelmien laatiminen.

Projektin avaamisen yhteydessä projektipäällikkö kommentoi asiakkaalta saadun suunnittelu-aikataulun ja määrittää tarvittavat resurssit aikataulun mukaiseksi. Lisäksi projektipäällikkö katsoo, että projektikansio on luotu.

Projektipäällikkö järjestää erillisen LVIA-lähtötietopalaverin asiakkaan kanssa. Palaverissa täydennetään lähtötietoluettelo ja sovittujen lähtötietojen perusteella laaditaan LVIA-järjestelmäkuvaus. Projektipäällikkö järjestää sisäisen projektin aloituspalaverin, jossa esitellään kohde, aikataulu ja resurssit, LVIA-lähtötiedot ja kohteen poikkeavuudet ja haasteet.

Seuraavassa vaiheessa projektipäällikkö laatii yhteistyössä muiden suunnittelijoiden kanssa teknisten tilojen tilavaraukset. Ilmanvaihtokonehuone mitoitetaan ilmanvaihto-suunnittelijalta saatavien lähtötietojen perusteella ja lämmönjakohuone putkisuunnittelijoilta saatavien lähtötietojen perusteella. Teknisten tilojen tilavaraukset lähetetään arkkitehdille.

Hormit suunnitellaan lähtötietopalaverissa määriteltyjen lähtötietojen, sekä ilmanvaihto-suunnittelijan määrittelemien ilmamäärien ja kanavakokojen perusteella. Hormisuunnittelussa käytetään yrityksen hormisuunnitteluohjeita. Hormit yhteen sovitetaan arkkitehdin kanssa ja sijainnit ja koot hyväksytetään rakennesuunnittelijalla. Tarkastuspisteessä varmistetaan, että tilavaraukset ovat yhdenmukaiset arkkitehtipiirustuksissa ja LVI-suunnitelmissa.

Kuvassa 4 on esitetty projektipäällikön osaprosessit luonnos- ja tilavaraussuunnittelun aikana.



Kuva 4. Projektipäällikön osaprosessit luonnos- ja tilavaraussuunnittelussa.

6 Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen

6.1 Ydinprosessi

Alustavien teknisten suunnitelmien laatimiseen siirrytään, kun luonnossuunnittelun tarkastuspisteessä määritetyt kohdat on tarkastettu. Ydinprosessi aloitetaan projektipalaverilla LVI-suunnitteluryhmän kanssa. Projektipalaverissa varmistetaan, että suunnitteluprosessi voidaan käynnistää ja suunnittelijoilla on kaikki tarvittava lähtötieto.

Ydinprosessin keskeiset asiakasryhmät ovat rakennuttaja, arkkitehti sekä sähkösuunnittelija. Arkkitehti ja sähkösuunnittelija tarvitsevat omaa suunnittelua varten lähtötietoja LVI-suunnittelijoilta. Arkkitehti tarvitsee alakattoalueet, kotelointitarpeet sekä LVI-laitteiden sijainnit. Sähkösuunnittelija tarvitsee alustavat LVI-laitteiden sähkötehotiedot sekä sijainnit. Ydinprosessissa tuotetaan myös rakennuslupaa varten energiaselvitys.

Ydinprosessin tärkein lopputuote on peruskerroksen LVI-suunnitelmat. Ennalta määritetyn peruskerroksen suunnitelmat yhteen sovitetaan muiden suunnittelualojen kanssa ja hyväksytetään rakennuttajalla. Näin varmistutaan, että suunnittelu on edennyt lähtötietomääritelmien mukaisesti ja suunnittelijat sekä tilaaja ovat yhtä mieltä suunnitteluratkaisuista. Peruskerroksen suunnitteluratkaisut kopioidaan muihin kerroksiin myöhemmässä vaiheessa ja sen jälkeen suunnitelmien korjaaminen on huomattavasti työläämpää.

Prosessilla on suuri vaikutus jatkosuunnittelun kannalta. Peruskerrosta suunniteltaessa voidaan vielä vaihtaa suunnitteluratkaisuja ja hakea parhaita mahdollisia ratkaisuja. Peruskerroksen suunnitteluratkaisut vaikuttavat myöhemmin koko rakennuksen suunnitteluratkaisuihin, joten peruskerrosta suunniteltaessa tulee sopia ja yhteen sovittaa kaikki suunnitteluratkaisut muiden suunnittelualojen ja tilaajan kanssa. Yhteen sovitettavia asioita ovat mm. läpiviennit, tekniikan tarvitsemat alakatot ja koteloinnit, LVI:n ja sähkön väliset ristiin vertailut ja raitisilmasäleikköjen sijainnit. Suunnittelua voidaan jatkaa vasta, kun peruskerroksen ratkaisut ovat toimivia kaikilta osin ja hyväksytty tilaajan puolelta.

Taulukossa 5 on esitetty ydinprosessin ”alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen” määrittämisen vaiheet.

Taulukko 5. Ydinprosessi: Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen.

vaihe 1	vaihe 2	vaihe 3	
Keskeiset asiakasryhmät	Asiakastarpeet	Ydinprosessin alku	lopputulos
<ul style="list-style-type: none"> • Rakennuttaja • Arkkitehti • Sähkösuunnittelija 	<ul style="list-style-type: none"> • LVI-suunnittelun periaateratkaisuiden tarkastus • Alakattoalueiden laajuudet ja korot • LVI-laitteiden sijainnit • LVI-laitteiden sijainnit ja sähkötehotiedot, sekä tekniikkareitit 	<ul style="list-style-type: none"> • Arkkitehdin luonnokset ja LVI-järjestelmäkuvauksen mukaiset suunnitteluperiaatteet • Arkkitehdin luonnokset, joissa LVI-tilavaraukset LVI suunnittelijan määritysten mukaiset • Arkkitehdin työpiirustukset 	<ul style="list-style-type: none"> • Hyväksytyt peruseroksen LVI-suunnitelmat • Alakattokorot ja kotelot arkkitehtisuunnitelmissa • IV-säleiköt ja vesikaton LVI-laitteet arkkitehtisuunnitelmissa • Yhteen sovitettu peruseros ja alustavat laiteluettelot

6.2 Osaprosessit

Pienissä projekteissa projektipäällikkö voi suorittaa koko luonnossuunnitteluvaiheen, mutta isommissa projekteissa viimeistään alustavia teknisiä suunnitelmia laadittaessa koko suunnitteluryhmä aloittaa projektin suunnittelun.

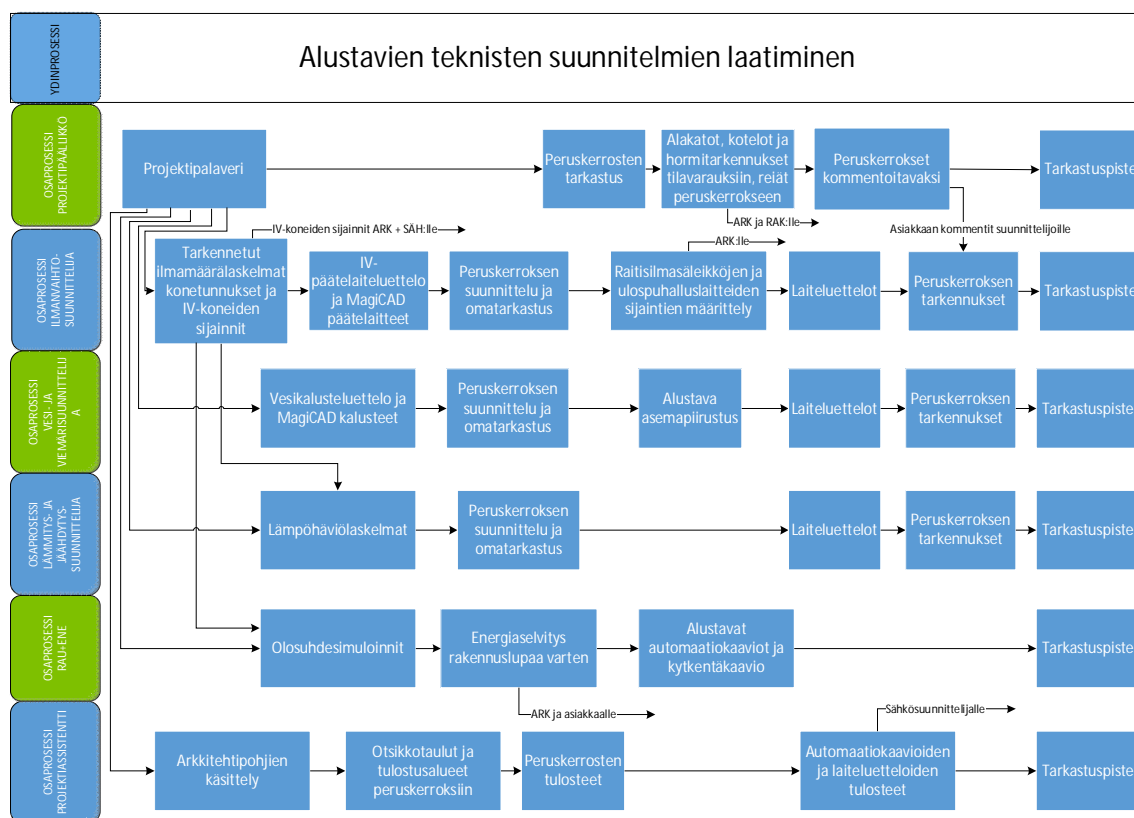
Ilmanvaihtosuunnittelija laatii tarkennetut ilmamäärälaskelmat sekä määrittelee ilmanvaihtokoneiden tunnuksat ja sijainnit. Ilmanvaihtosuunnittelija lähettää ilmamäärälaskelmat, ilmanvaihtokoneiden tunnuksat, sijainnit ja palvelualueet lähtötiedoiksi energiasuunnittelijalle, automaatio-suunnittelijalle, sähkösuunnittelijalle, lämmityssuunnittelijalle ja arkkitehdille.

Seuraavaksi ilmanvaihtosuunnittelija laatii ilmanvaihtopäätelaiteluettelon ja lisää projektissa käytettävät päätelaitteet myös MagiCAD -projektitietoihin. Myös vesi- ja viemärisuunnittelija laatii kalusteluettelon vesikalusteista ja lisää käytettävät vesikalusteet MagiCAD -projektitietoihin.

Lämmityssuunnittelija on saanut lähtötiedoiksi arkkitehtipohjat, rakenteiden U-arvot ja ilmanvaihtosuunnittelijan määrittelemät ilmamäärät. Lämmityssuunnittelija laatii lämpöhäviölaskelmat saamiensa lähtötietojen perusteella.

Kun projektiassistentti on käsitellyt arkkitehtipohjat ja määritellyt peruserroksen tulosalueet ja otsikkotaulut, voi ilmanvaihtosuunnittelija, lämmityssuunnittelija sekä vesi- ja viemärisuunnittelija laatia peruserroksen suunnitelmat.

Kuvassa 5 on esitetty alustavien teknisten suunnitelmien laatimisen osaprosessit.



Kuva 5. Alustavien teknisten suunnitelmien laatimisen osaprosessit.

Kun peruserroksen suunnitelmat on tarkistettu ja ristiinvertailtu, määrittelee ilmanvaihtosuunnittelija raitisilmasäleikköjen ja ulospuhallushajottajien sijainnit ja lähettää ne arkkitehdille lähtötiedoksi. Vesi- ja viemärisuunnittelija laatii alustavan asemapiirustuksen. Rakennusautomaatiosuunnittelija laatii alustavat automaatiokaaviot ja ilmanvaihtosuunnittelija, lämmityssuunnittelija ja vesi- ja viemärisuunnittelija laativat tarvittavat laiteluettelot. Automaatiokaaviot ja laiteluettelot lähetetään sähkösuunnittelijalle lähtötiedoksi.

Energiasuunnittelija laatii energiaselvityksen rakennuslupaa varten ja lähettää sen asiakkaalle sekä arkkitehdille.

Projektipäällikön osaprosessit

Alustavia teknisiä suunnitelmia laadittaessa, projektipäällikön ensimmäinen osaprosessi on projektipalaverin järjestäminen. Projektipalaveriin osallistuu projektin suunnittelu-ryhmä ja palaverissa tarkastetaan, että suunnittelijoilla on kaikki tarvittava lähtötieto toteutussuunnittelun aloittamiseksi. Palaverissa käydään läpi uusimmat arkkitehtipohjat ja mahdolliset luonnosvaiheen jälkeiset muutokset. Lisäksi käydään läpi edellisen vaiheen toteutuneet tunnit, projektin taloudellinen tilanne, sekä kyseisen vaiheen resurssit.

Seuraavaksi projektipäällikkö tarkastaa suunnittelijoiden laatimat peruskerroksen LVI-suunnitelmat. LVI-suunnitelmien tarkastuslista on jaettu suunnitteluvaiheiden mukaan, siten että jokaisen ydinprosessin päätteeksi suunnitelmat voidaan tarkastaa kyseiselle vaiheelle määrätyn tarkastuslistan mukaisesti. Peruskerroksen tarkastukselle on laadittu oma tarkastuslista ja projektipäällikkö tarkastaa peruskerroksen LVI-suunnitelmat listan mukaisesti ja merkitsee listaan tarkastetut asiat. Mahdolliset virheet ja puutteet projektipäällikkö merkitsee LVI-suunnitelmista otettuihin PDF-tulosteisiin, jonka jälkeen suunnittelijat korjaavat suunnitelmat.

Peruskerrosta suunniteltaessa voidaan vielä havaita tarvetta pienille hormimuutoksille. Esimerkiksi huoneistoissa tapahtuvia kanavaristeilyjä voidaan välttää vaihtamalla hormin kanavajärjestystä tai jos hormisuunnittelussa on esimerkiksi unohtunut keittiön viemä-röinti, tulee puute esiin peruskerrosta suunniteltaessa ja puute saadaan korjattua.

Hormitarkennusten lisäksi projektipäällikkö lisää tilavaraussuunnitelmaan peruskerroksen alakatto- ja kotelointitarpeet sekä niiden korot. Suunnitelmat lähetetään arkkitehdille, jotta hän saa lisättyä alakatot ja kotelot omiin suunnitelmiinsa. Jos hormien sijainteja tai kokoja joudutaan tässä vaiheessa muuttamaan, täytyy suunnitelmat lähettää myös rakennesuunnittelijalle tarkastettavaksi.

Lisäksi projektipäällikkö laatii peruskerroksesta reikävaraussuunnitelman. Peruskerroksen reikävaraussuunnitelma on syytä laatia jo tässä vaiheessa suunnittelua, jotta myöhemmässä vaiheessa ei tule yllätyksenä, jos joitain peruskerroksen läpivientejä ei voida toteuttaa. Reikävaraussuunnitelma lähetetään rakennesuunnittelijalle hyväksyttäväksi.

Kun peruskerroksen suunnitelmat ovat tarkastettu ja valmiit, projektipäällikkö lähettää suunnitelmat muille suunnittelualoille, sekä tilaajalle kommentoitavaksi. Tämän lisäksi projektipäällikkö lähettää alustavat laiteluettelot ja automaatiokaaviot sähkösuunnittelijalle, raitisilmasäleikköjen ja ulospuhallushajottajien sijainnit arkkitehdille ja rakenne-suunnittelijalle sekä energiaselvityksen arkkitehdille ja asiakkaalle.

Kun peruskerroksen kommentit on saatu, suunnittelijat tarkentavat peruskerroksen suunnitelmia kommenttien mukaan. Tarkastuspisteessä projektipäällikkö tarkastaa, että alakatot, kotelot, hormit, säleikköjen ja ulospuhallushajottajien sijainnit ovat yhdenmukaiset arkkitehtisuunnitelmissa sekä LVI-suunnitelmissa.

Kuvassa 6 on esitetty projektipäällikön osaprosessi alustavien teknisten suunnitelmien laatimisessa.



Kuva 6. Projektipäällikön osaprosessit alustavien teknisten suunnitelmien laatimisessa.

7 Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten

7.1 Ydinprosessi

Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten voidaan aloittaa, kun peruserroksen suunnitelmat ovat hyväksytty asiakkaan toimesta ja yhteen sovitettu muiden suunnittelualojen kanssa. Arkkitehdin työpiirustusten pitää olla sellaiset, että tilamuutoksia ei enää tule. Suunnitteluprosessin käynnistämiseksi pyydetään hyväksyntä asiakkaalta, jolla varmistetaan, että kaikki tilaratkaisut yms. on hyväksytty asiakkaan puolelta ja urakkalaskentapiirustusten suunnittelu voidaan aloittaa.

Ydinprosessin keskeiset asiakasryhmät ovat rakennuttaja, arkkitehti, rakennesuunnittelija sekä sähkösuunnittelija. Muiden suunnittelualojen asiakastarve on LVI-urakkalaskentasuunnitelmat suunnitelmien yhteen sovitusta varten. Rakennuttajan asiakastarve on LVI-urakkalaskentasuunnitelmat urakan kilpailutusta varten. Ydinprosessi alkaa hyväksytyistä peruserroksen suunnitelmista, sekä arkkitehdin työpiirustuksista, jotka rakennuttaja on hyväksynyt ja antanut luvan aloittaa urakkalaskentasuunnitelmien laadinta kyseisillä arkkitehtisuunnitelmilla. Ydinprosessin lopputuloksena on muiden suunnittelualojen kanssa yhteen sovitettut LVI-urakkalaskentasuunnitelmat.

Urakkalaskentasuunnitelmien virheettömyydellä on erittäin suuri vaikutus seuraavaan suunnitteluvaiheeseen ja ennen kaikkea rakentamisen aikaiseen työmäärään. Jos urakkalaskentasuunnitelmat ovat onnistuneet, eikä tekniikan tai rakenteiden välisiä törmäilyjä ole, on reikävarausuunnitelmien laadinta huomattavasti nopeampaa. Jos reikävarausuunnitelmia laadittaessa huomataan, että urakkalaskentasuunnitelmissa on paljon ongelmia törmäilyjen kanssa, joudutaan korjaamaan jo laadittuja urakkalaskentasuunnitelmia samalla, kun laaditaan reikävarauksia. Tämä voi johtaa siihen, että alakattokorkoja joudutaan laskemaan, tai tekniikan reittejä joudutaan suunnittelemaan kokonaan uudelleen.

Tavoitteena on, että urakkalaskentasuunnitelmat käyvät sellaisenaan myös toteutussuunnitelmina. Jos urakkalaskentasuunnitelmissa on virheitä tai puutteita, niiden korjaaminen rakentamisen aikana on huomattavasti kalliimpaa, kuin käyttää suunnittelun aikana tarvittava aika virheettömien suunnitelmien aikaansaamiseksi.

Kaikki suunnitelmamuutokset vievät myös enemmän suunnittelu aikaa, jos suunnitelmia muutetaan rakentamisen aikana. Tällöin LVI-suunnittelija joutuu usein muuttamaan myös reikävarausten sijainteja reikävarausuunnitelmaan, rakennesuunnittelija joutuu

tarkastamaan uudet läpiviennit rakenteista, elementtisuunnittelija joutuu suunnittelemaan ne elementit uudestaan, joissa ei reikiä enää tarvita ja ne joihin reikiä lisätään.

Urakkalaskentasuunnitelmien virheettömyys on siis äärimmäisen tärkeää. Virheettömyys varmistetaan pääsuunnittelijan järjestämässä suunnitelmien yhteensovituspalaverissa.

Taulukossa 6 on esitetty ydinprosessin ”suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten” määrittämisen vaiheet.

Taulukko 6. Ydinprosessi: Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten.

vaihe 1	vaihe 2	vaihe 3	
Keskeiset asiakasryhmät	Asiakastarpeet	Ydinprosessin alku	lopputulos
• Rakennuttaja	• LVI-urakkalaskentasuunnitelmat urakan kilpailutusta varten	• Hyväksytyt peruserrokset	• LVI-urakkalaskentasuunnitelmat
• Arkkitehti	• LVI-urakkalaskentasuunnitelmat suunnitelmien yhteen sovitusta varten	• Arkkitehdin työpiirustukset	• LVI-urakkalaskentasuunnitelmat yhteen sovitettu muiden suunnittelualojen kanssa
• Rakennesuunnittelija	• LVI-urakkalaskentasuunnitelmat suunnitelmien yhteen sovitusta varten	• Arkkitehdin työpiirustukset	• LVI-urakkalaskentasuunnitelmat yhteen sovitettu muiden suunnittelualojen kanssa
• Sähkösuunnittelija	• LVI-urakkalaskentasuunnitelmat suunnitelmien yhteen sovitusta varten • Automaatiokaaviot ja laiteluettelot	• Arkkitehdin työpiirustukset	• LVI-urakkalaskentasuunnitelmat yhteen sovitettu muiden suunnittelualojen kanssa

7.2 Osaprosessit

Kuten muutkin suunnitteluprosessit, myös suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten alkaa projektipalaverilla. Projektipalaverissa käydään läpi tarvittavat lähtötiedot, aikataulut ja taloudellinen tilanne.

Ilmanvaihto- ja putkisuunnittelijat aloittavat prosessin suunnittelemalla alimman kerroksen. Runkolinjat ovat suunniteltu pääosin jo luonnossuunnitteluvaiheessa ja tekniikkareitit tuodaan urakkalaskentasuunnitelmiin luonnossuunnitelmista. Alimman kerroksen suunnittelu vaatii hyvää kommunikointia ja yhteistyötä LVI-suunnittelijoiden välillä. Risteilyjä välttääkseen, suunnittelijoiden on sovittava keskenään tekniikan reiteistä ja ko-roista. Viemärireitit kerroksen katossa on hyvä suunnitella ensimmäisenä, koska viemä-reillä on vaikea väistää muuta tekniikkaa viemärikaatojen takia.

Kun alin kerros on suunniteltu, siirtyy ilmanvaihtosuunnittelija ja lämmityssuunnittelija eri-laisten kerrosten suunnitteluun. Vesi- ja viemärisuunnittelija siirtyy asemapiirustuksen suunnitteluun. Asemapiirustus ja pohjaviemärit tarvitaan usein jo muita suunnitelmia ai-kaiksemmin, jos maanrakennustyöt halutaan aloittaa nopealla aikataululla. Tämän jälkeen vesi- ja viemärisuunnittelija siirtyy erilaisten kerrosten suunnitteluun.

Kun erilaiset kerrokset on suunniteltu, ilmanvaihtosuunnittelija ja vesi- ja viemärisuunnit-telija suunnittelevat vesikaton sekä ilmanvaihtokonehuoneen. Suunnittelussa käytetään luonnossuunnitteluvaiheessa laadittuja ulospuhallushajottajien sijainteja ja ilmanvaihto-konehuoneen tilavaraussuunnitelmaa.

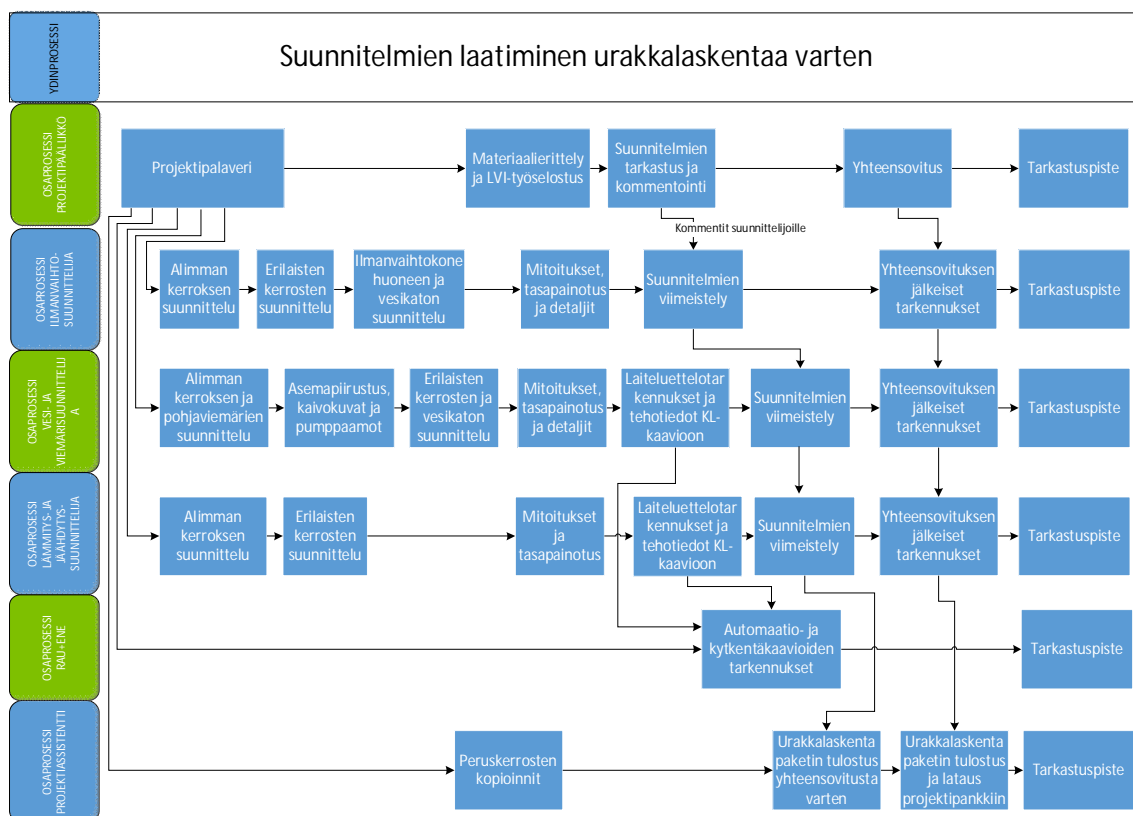
Samaan aikaan projektiassistentti kopioi peruskerroksen LVI-suunnitelmat vastaaviin kerroksiin. Peruskerroksen kopiointi tehdään mahdollisimman myöhään. Tällä varaudu-taan mahdollisiin muutoksiin arkkitehdin työpiirustuksissa.

Kun kaikki kerrokset on suunniteltu, LVI-suunnittelijat mitoittavat putkistot ja kanavistot. Tämän jälkeen projektiassistentti tulostaa suunnitelmat PDF-muotoon ja projektipääl-likkö tarkistaa suunnitelmat tarkastuslistan mukaisesti ja merkkää virheet tai puutteet PDF-suunnitelmiin. Samaan aikaan suunnittelijat viimeistelevät laiteluettelot ja automaa-tiosuunnittelija laatii automaatiokaaviot. Kun kaaviot ja laiteluettelot on laadittu, suunnit-telijat viimeistelevät tasokuvat projektipäällikön kommenttien mukaisesti.

Kun projektipäällikkö on tarkastanut kaaviot ja laiteluettelot, projektiassistentti tulostaa urakkalaskentasarjan ja se ladataan projektipankkiin yhteen sovitusta varten. Jos kyseessä on tietomallinnuskohde, laaditaan myös tietomalli ja se ladataan projektipankkiin.

Yhteen sovituksessa havaitut virheet tai puutteet korjataan ja urakkalaskentasuunnitelmat ovat valmiit ja voidaan siirtyä seuraavaan prosessiin.

Kuvassa 7 on esitetty urakkalaskentasuunnitelmien laatimisen osaprosessit.



Kuva 7. Urakkalaskentasuunnitelmien laatimisen osaprosessit.

Projektipäällikön osaprosessit

Urakkalaskentasuunnitelmia laadittaessa, projektipäällikön tehtävät alkavat projektipalaverin järjestämisellä. Suunnitteluryhmän kanssa käydään läpi arkkitehdin työpiirustukset ja tietomalli sekä projektin aikataulu ja resursoinnit.

Projektipäällikkö laatii LVIA-työselostuksen sekä materiaalierittelyn. Osalla rakennuttajista on käytössä oma LVIA-työselostus, joka usein sisältää myös materiaalierittelyn.

Projektipäällikön tärkein osaprosessi on suunnitelmien tarkastaminen. Projektipäällikkö tarkastaa kaikki LVIA-urakkalaskentasuunnitelmat tarkastuslistan mukaisesti, sekä tekee samalla ristiinvertailun muiden suunnittelualojen ja LVIA-suunnitelmien välillä.

Suunnitelmissa havaitut puutteet tai virheet käydään läpi suunnittelijoiden kanssa ja suunnittelijat korjaavat piirustukset. Tämän jälkeen korjatut suunnitelmat tulostetaan ja toimitetaan muille suunnittelualoille ja asiakkaalle suunnitelmien yhteen sovitusta varten.

Projektipäällikkö osallistuu pääsuunnittelijan järjestämään suunnitelmien yhteen sovituspalaveriin, jossa hän merkitsee suunnitelmiin mahdolliset suunnitelmaristiriidat. Jos suunnitelmissa havaitaan ristiriitoja, yhteensovituspalaverissa sovitaan, miten ristiriidat korjataan. Projektipäällikkö käy suunnitelmaristiriidat läpi LVI-suunnitteluryhmän kanssa, ja suunnittelijat korjaavat tarvittavat asiat suunnitelmiin. Tämän jälkeen tulostetaan virallinen urakkalaskentasarja ja se toimitetaan asiakkaalle ja muille suunnittelualoille.

Kuvassa 8 on esitetty projektipäällikön osaprosessit urakkalaskentasuunnitelmien laatimisessa



Kuva 8. Projektipäällikön osaprosessit urakkalaskentasuunnitelmien laatimisessa.

8 Täydentävien suunnitelmien laatiminen

8.1 Ydinprosessi

Täydentävien suunnitelmien laadinta voidaan aloittaa, kun urakkalaskentasuunnitelmat ovat ristiriidattomat ja rakennesuunnittelijalta on saatu reikävaraussuunnitteluun tarvittavat piirustukset. Ydinprosessin keskeisenä asiakasryhmänä on rakennesuunnittelija ja arkkitehti. Täydentävän suunnittelun aikana laaditaan tarvittavat dokumentit LVI-suunnitelmien viranomaishyväksyntää varten, täydennetään arkkitehdin kylpyhuonekaaviot LVI-teknisin tiedoin sekä suunnitellaan LVI-tekniikan tarvitsemat reikävaraukset rakennesuunnittelijan reikäpiirustuksia varten. Ydinprosessin lopputuloksena on viranomaisen hyväksymät LVI-suunnitelmat, rakennesuunnittelijan hyväksymät reikävaraussuunnitelmat sekä LVI-teknisin tiedoin täydennetyt kylpyhuonekaaviot.

Taulukossa 7 on esitetty ydinprosessin ”täydentävien suunnitelmien laatiminen” määrittämisen vaiheet.

Taulukko 7. Ydinprosessi: Täydentävien suunnitelmien laatiminen.

vaihe 1	vaihe 2	vaihe 3	
Keskeiset asiakasryhmät	Asiakastarpeet	Ydinprosessin alku sekä lopputulos	
<ul style="list-style-type: none"> • Rakennesuunnittelija • Arkkitehti 	<ul style="list-style-type: none"> • LVI-reikävaraukset • Kylpyhuonekaaviot 	alku <ul style="list-style-type: none"> • Rakenteen reikäkiertopohjat • Arkkitehdin kylpyhuonekaaviot 	lopputulos <ul style="list-style-type: none"> • Mitoitetut LVI-reikävaraukset • LVI-suunnittelijan täydentämät kylpyhuonekaaviot

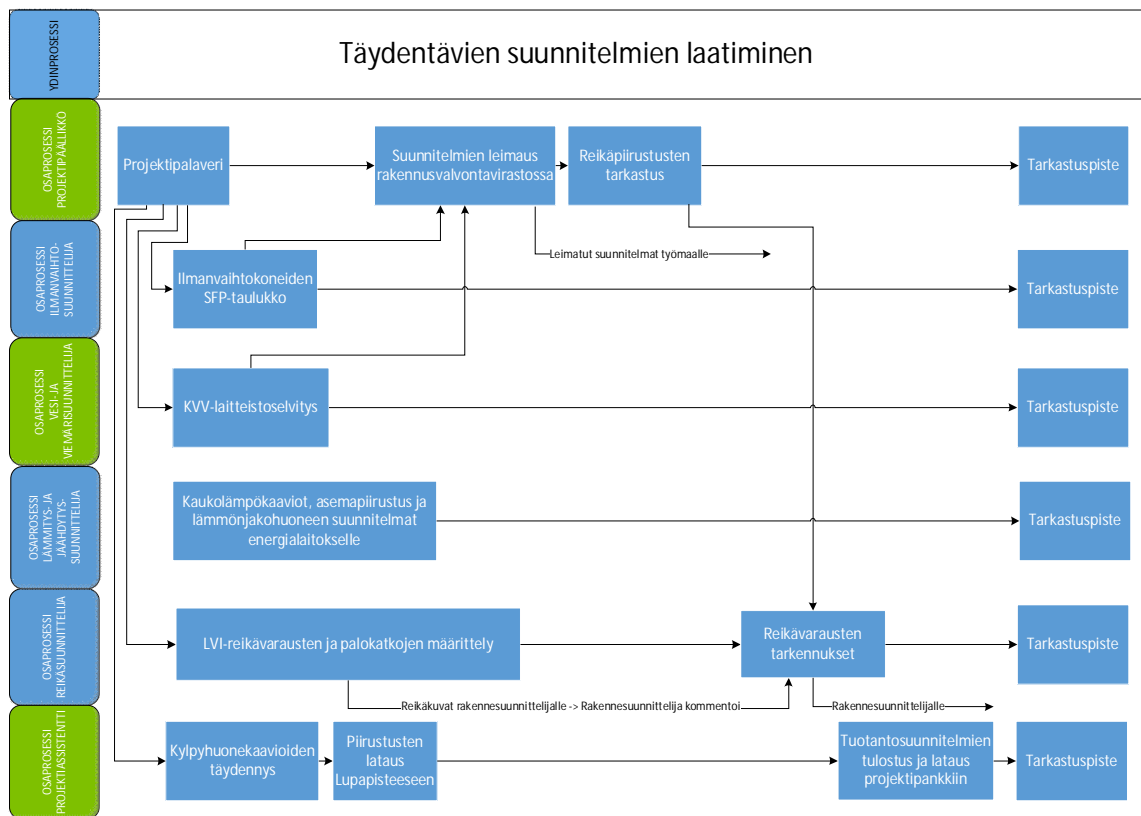
8.2 Osaprosessit

LVI-suunnitelmien viranomaishyväksyntää varten ilmanvaihtosuunnittelija laatii ilmanvaihtokoneista SFP-aulukon ja vesi- ja viemärisuunnittelija KVV-laitteistiselvityksen. Lämmitysuunnittelija lähettää energialaitokselle kaukolämpökaaviot, asemapiirustuksen sekä lämmönjakohuoneen suunnitelmat. Projektiassistentti täydentää arkkitehdin kylpyhuonekaavioihin tarvittavat LVI-tekniikat.

Työmäärältään suurin osaprosessi on LVI-reikävarausten lisääminen rakennesuunnittelijan reikäpiirustuksiin. Tätä varten nimetään joko kyseisen projektin suunnitteluryhmästä henkilö tekemään reikävarauksia, tai suunnitteluryhmän ulkopuolinen henkilö. Suunnitteluryhmän sisäinen henkilö laatii reikävaraukset nopeammin, koska kohde on tuttu. Suunnitteluryhmän ulkopuolinen henkilö löytää usein helpommin mahdolliset suunnitelmiin jääneet ristiriidat reikävarauksia suunniteltaessa, koska omille virheille tulee helposti sokeaksi, jotka ulkopuolinen henkilö havaitsee. Reikävaraussuunnitelmia tehdään joko tietomallia hyväksi käyttäen, jolloin reikävaraukset laaditaan 3d-objektein ja lähetetään rakennesuunnittelijalle IFC-mallina, tai perinteisellä tavalla, jolloin käytetään 2d-reikämerkintöjä ja reikien koot ilmoitetaan mittatekstein. Reikävarauksiin merkataan myös tarvittavat palokatkot. Palokatkodetallit saadaan rakennesuunnittelijalta ja reikävarauksiin merkataan se detaljin numero, jota kyseisessä palokatkossa käytetään.

Reikävaraussuunnitelmia laadittaessa korjataan myös mahdolliset LVI-suunnitelmien ristiriidat ja lopuksi tulostetaan LVI-suunnitelmat rakentamista varten (tuotantosunnitelmat).

Kuvassa 9 on esitetty täydentävien suunnitelmien laatimisen osaprosessit.



Kuva 9. Täydentävien suunnitelmien laatimisen osaprosessit.

Projektipäällikön osaprosessit

Projektipäällikön tehtäviin kuuluu LVI-suunnitelmien hyväksyttäminen viranomaisella, sekä reikäpiirustusten tarkastus. Suunnittelu päättyy pääosin täydentävään suunnitteluun, joten prosessin päätteeksi käydään suunnitteluryhmän kanssa projektipalaveri. Palaverissa käydään läpi projektin positiiviset ja negatiiviset asiat, projektin taloudellinen kannattavuus, sekä toteutuneet tuntimäärät suhteessa projektin alussa arvioituihin tuntimääriin.

Kuvassa 10 on esitetty projektipäällikön osaprosessit täydentävien suunnitelmien laatimisessa.



Kuva 10. Projektipäällikön osaprosessit täydentävien suunnitelmien laatimisessa.

9 Rakentamisen aikaiset tehtävät

9.1 Ydinprosessi

Rakennuttaja kilpailuttaa rakennusurakan usein heti, kun urakkalaskentasuunnitelmat valmistuvat. Jos urakoitsija löytyy nopeasti, rakentaminen aloitetaan nopealla aikataululla. Nopean aikataulun seurauksena rakentaminen saatetaan aloittaa ennen kuin täydentävä suunnittelu on valmistunut. Etenkin reikävarausuunnittelun keskeneräisyys työmaan alkaessa voi aiheuttaa hankaluuksia ja viivästyksiä työmaalla. Joissain tapauksissa pohjaviemärien ja rakennuksen ulkopuolisten viemärien korkoja joudutaan vielä tarkentamaan reikävarausuunnittelun yhteydessä. Anturoiden lävistykset eivät välttämättä onnistu, tai viemärien läpiviennit ovat muista rakenteellisista syistä epäedullisissa paikoissa. Optimaalisin tilanne työmaan käynnistämiseen on silloin, kun täydentävä

suunnittelu on saatettu loppuun asti ennen kuin rakennustyöt alkavat. Aikatauluista johdun täydentävä suunnittelu ja rakentamisen aikaiset tehtävät saattavat kuitenkin limittyä keskenään.

Rakentamisen aikaisten tehtävien keskeinen asiakas on rakennuttaja. Rakentamisen aikana LVI-suunnittelija toimii rakennuttajan konsulttina LVI-teknisissä asioissa. Ydinprosessi alkaa ensimmäisestä työmaakokouksesta ja päättyy kohteen vastaanottoon. Vastaanoton yhteydessä tarvitaan myös LVI-tekniisin tiedoin täydennetty huoltokirja-aineisto, LVI-loppupiirustukset, joihin on täydennetty suunnitelmista poikkeavat toteutustavat, sekä energiatodistus, johon on päivitetty mitatut ilmanvaihtokoneiden SFP-luvut ja rakennuksen ilmanvuotoluku.

Taulukossa 8 on esitetty ydinprosessin ”rakentamisen aikaiset tehtävät” määrittämisen vaiheet.

Taulukko 8. Ydinprosessi: Rakentamisen aikaiset tehtävät.

vaihe 1	vaihe 2	vaihe 3	
Keskeiset asiakasryhmät	Asiakastarpeet	Ydinprosessin alku alku	Ydinprosessin loppu lopputulos
<ul style="list-style-type: none"> • Rakennuttaja 	<ul style="list-style-type: none"> • Työmaa- ja viranomaiskokouksiin osallistuminen • Asennustapatarkastukset • LVI-urakoitsijoiden lisä- ja muutostyötarjousten tarkastaminen • Huoltokirjan täydennykset • Loppupiirustukset • Päivitetty energiatodistus 	<ul style="list-style-type: none"> • Työmaakokous 1 	<ul style="list-style-type: none"> • Kohteen vastaanotto • Huoltokirja-aineisto täydennetty LVI-tekniisin tiedoin • Loppupiirustukset ja päivitetty energiatodistus toimitettu rakennusvalvontaan

Ajallisesti rakentamisen aikaiset tehtävät on pitkäaikaisin prosessi, mutta työmäärällisesti pyritään mahdollisimman pieneen työtuntimäärään. Laadukas ja ristiriidaton suunnittelu näkyy rakentamisen aikana siten, että suunnittelijan panosta ei enää tarvita työmaa-aikana.

9.2 Osaprosessit

Rakentamisen aikana suunnittelijoilla on vain vähän, tai ei lainkaan tehtäviä. Vastuullisen LVI-suunnittelijan on hyväksyttävä urakoitsijoiden esittämät materiaali- ja laitevalinnat. Laitevalintojen tarkastuksia on suotavaa tehdä se suunnittelija, joka on kyseiset suunnitelmat laatinut. Esimerkiksi urakoitsijan ilmanvaihtokonevalinnat tarkistaa ilmanvaihtosuunnittelija ja lämmönjakokeskuksen tarkistaa lämmitys- ja jäähdytysuunnittelija. Lattialämmityskohteissa lämmitys- ja jäähdytysuunnittelija tarkastaa myös lattialämmitystoimittajan laatimat lattialämmityssuunnitelmat.

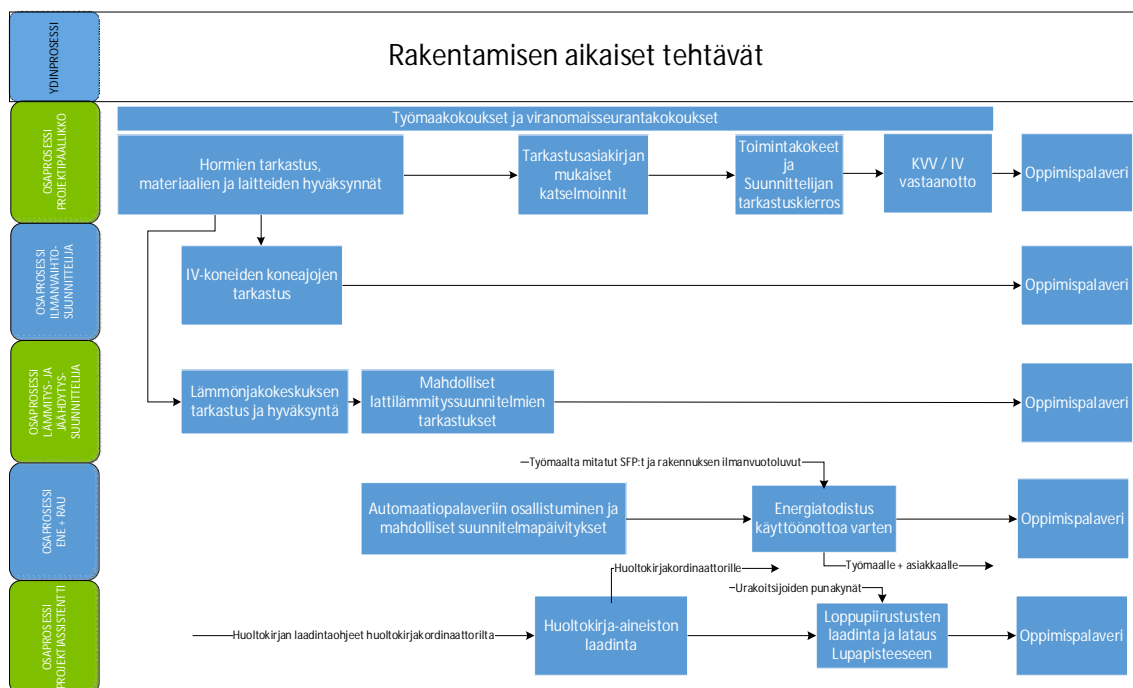
Rakennusautomaatiosuunnittelija osallistuu automaatiopalaveriin, jossa käydään läpi kohteen automaatiosuunnitelmat ja toteutus. Usein automaatiourakoitsija haluaa toteuttaa joitain asioita eri tavalla, kuin on suunniteltu. Tällöin sovitaan suunnitelmien päivityksistä ja kustannuksista tilaajan kanssa ja automaatiosuunnittelija päivittää suunnitelmat vastaamaan toteutustapaa.

Rakentamisen aikana kohteeseen valitaan yritys, joka laatii kohteelle huoltokirjan. Huoltokirjan on oltava valmiina, kun kohde vastaanotetaan. Huoltokirjan laativa yritys lähettää ohjeet eri suunnittelualoille siitä, mitä suunnitelmia ja tietoja huoltokirjaan tulee saada. Projektiassistentti lähettää tarvittavat suunnitelmat ja tiedot huoltokirjakordinaattorille sekä laatii tarvittaessa huoltokirjaan tarvittavia erikoissuunnitelmia, kuten paikantamispiirustukset.

Työmaan valmistumisen lähestyessä ilmanvaihtourakoitsija lähettää ilmanvaihtokoneiden mitatut SFP-lukemat energiasuunnittelijalle ja pääurakoitsija lähettää rakennuksen mitatun ilmanvuotoluvun. Energiasuunnittelija päivittää nämä tiedot energiatodistukseen ja laatii energiatodistuksen käyttöönottoa varten.

Urakoitsijat lähettävät myös punakynäpiirustukset, joista käy ilmi suunnitelmista poikkeavat asennusreitit. Projektiassistentti päivittää LVI-suunnitelmat punakynäpiirustusten tiedoilla ja laatii loppupiirustukset, jotka toimitetaan rakennusvalvontavirastoon.

Kuvassa 11 on esitetty rakentamisen aikaisten tehtävien osaprosessit.



Kuva 11. Rakentamisen aikaisten tehtävien osaprosessit.

Projektipäällikön osaprosessit

Projektipäällikön tehtävät rakentamisen aikana alkaa ensimmäisestä työmaakokouksesta. Ensimmäinen kokous pidetään usein heti, kun urakoitsija on valittu. Ensimmäisessä kokouksessa käydään läpi hankkeen osapuolet, työmaan aikataulu, suunnittelutilanne, työturvallisuusasiat, laadunvarmistus, kosteudenhallinta, urakoitsijoiden esittämät asiat, asiantuntijoiden esittämät asiat, rakennuttajan esittämät asiat, sekä tilaajan esittämät asiat.

Työmaan käynnistymisen jälkeen projektipäällikkö tai muu suunnittelija osallistuu noin kerran kuukaudessa työmaakokouksiin. Työmaakokouksien yhteydessä käydään työmaakierros, jonka aikana katselmoidaan LVI-malliasennukset. Pääurakoitsija ylläpitää tarkastusasiakirjaa, johon suunnittelijat kirjaavat tarkastetut ja hyväksytyt malliasennukset.

Kun LVI-asennukset ovat käynnistyneet työmaalla, urakoitsija järjestää rakennusvalvonnan KVV-IV aloituspalaverin. Aloituspalaverissa käydään läpi rakennushankkeen keskeiset osapuolet, hankkeen pääpiirteet, LVI-suunnitelmatilanne, muiden suunnitelmien tilanne, toimenpiteet rakennustyön laadusta huolehtimiseksi, työmaajärjestelyt ja työmaan tilanne, taloteknisten töiden aloittamisen edellytykset sekä tulevat viranomaiskatselmukset.

Kun rakennustyöt lähestyy loppua, järjestää urakoitsija toimintakokeet. Projektipäällikkö tai automaatio suunnittelija osallistuu toimintakokeisiin ja katsoo, että laitteet toimivat suunnitellun mukaisesti. Toimintakokeet tehdään kaikille LVIA-järjestelmille ja toimintakokeisiin osallistuvan suunnittelijan on syytä valmistautua toimintakokeisiin tarkastamalla, mitkä kaikki asiat toimintakokeissa tulee tarkastaa.

Ennen vastaanottoa projektipäällikkö suorittaa kohteessa suunnittelijan kierroksen. Suunnittelijan kierroksella tarkastetaan, että kaikki asennukset ovat tehty suunnitelmien mukaisesti. Puutteet ja suunnitelmista poikkeavat asennukset kirjataan pöytäkirjaan ja annetaan tiedoksi rakennuttajalle sekä urakoitsijalle. Urakoitsija korjaa mahdolliset puutteet sovitussa aikataulussa.

Rakennusta tai sen osaa ei saa ottaa käyttöön ennen kuin rakennusvalvontaviranomainen on hyväksynyt sen loppukatselmuksessa käyttöön otettavaksi. Talotekniikan vastaanottotarkastus suoritetaan ennen muiden rakennustöiden vastaanottoa. Viranomainen tarkastaa, että kohteen talotekniikka-asennukset ovat valmiit ja tekniikka toimii oikein ja turvallisesti, jotta rakennus voidaan ottaa käyttöön.

Ennen viranomaisen tarkastusta projektipäällikkö tarkastaa, että ilmanvaihto- ja putkiurakoitsijan luovutuskansiot sisältävät kaikki tarvittavat tuotetiedot, käyttö- ja huolto-ohjeet, mittauspöytäkirjat, säätöpöytäkirjat, painekoepöytäkirjat, palopeltien asennustodistukset jne. Lisäksi projektipäällikkö katsoo, että energiatodistuksen laatija on saanut pääurakoitsijalta mitatut ilmanvuotoluvut, sekä ilmanvaihtourakoitsijalta ilmanvaihtokoneiden SFP-luvut tietoonsa ja päivittänyt energiatodistukset käyttöönottoa varten.

Myös LVI-loppupiirustusten tulee olla toimitettuna rakennusvalvontaan kohteen vastaanoton aikoihin. Projektipäällikkö huolehtii, että urakoitsijat ovat lähettäneet tarvittavat punakynäpiirustukset, joihin on merkattu suunnitelmista poikkeavat toteutustavat ja että poikkeavat toteutustavat on viety suunnitelmiin. Päivitetyt suunnitelmat päivitetään loppupiirustuksiksi ja toimitetaan rakennusvalvontaan.

Projektin päätteeksi projektipäällikkö järjestää oppimispalaverin suunnitteluryhmälle. Koska työmaa-aika on pitkä ja suunnittelu on saattanut pääosin tapahtua jo muutama vuosi ennen työmaan päättymistä, on syytä pitää yksi oppimispalaveri heti suunnittelun

päätyessä ja toinen työmaan päätyessä. Työmaan päätyessä pidetyssä oppimispalaverissa voidaan käydä läpi asioita, joita ei voitu toteuttaa suunnitelmien mukaisesti ja pohtia, pitäisikö suunnitteluratkaisuja muuttaa näiltä osin.

Oppimispalaverissa käydään läpi projektin onnistumiset ja epäonnistumiset, projektissa käytetyt tunnit verrattuna projektin alussa resursoituun tuntimäärään, sekä projektin taloudellinen kannattavuus.

Tämän lisäksi projektipäällikkö selvittää tuntikirjauksista, mihin ydinprosesseihin ja ydinprosessien osaprosesseihin on käytetty minkäkin verran tunteja. Näitä tuntikirjauksia hyödynnetään prosessien kehittämisessä.

Kuvassa 12 on esitetty projektipäällikön rakentamisen aikaisten tehtävien osaprosessit.



Kuva 12. Projektipäällikön osaprosessit rakentamisen aikaisissa tehtävissä.

10 Prosessien mittaaminen ja datan keräyssuunnitelma

Datan kerääminen on edellytyksenä sille, että laadittuja prosesseja voidaan analysoida ja kehittää. On tärkeää ymmärtää, mitä dataa pitää kerätä ja millä tavoin. Tätä varten laaditaan datan keräyssuunnitelma. [10.]








































Datan keräyssuunnitelmasta selviää mitä dataa kerätään, mistä data saadaan, milloin data kerätään, kuka datan kerää ja miten data kerätään.

Ensimmäisenä määritellään mitä dataa kerätään. Jotta suunnittelutyön tehokkuutta voidaan parantaa, on ensin tiedettävä, mihin prosesseihin käytetään työaikaa ja kuinka paljon. Lisäksi on tärkeä tietää, mitkä tekijät ovat vaikuttaneet poikkeamiin alkuperäisistä tunti-arvioista. Kerättäväksi dataksi määritetään projektihenkilöstön käyttämät työtunnit projektissa, sekä selvitykset seikoista, jotka ovat aiheuttaneet arvioitua enemmän työtä.

Sitowise Oy käyttää toiminnanohjausjärjestelmää, jossa on työajanseuranta, projektinohjaus ja laskutus yhdessä järjestelmässä. Kun suunnittelutoimeksianto on saatu yritykselle, luodaan toiminnanohjausjärjestelmään projekti ja projektille määritetään tarvittavat resurssit.

Toiminnanohjausjärjestelmässä resursoinnit voidaan määrittää tässä lopputyössä laadittujen ydinprosessien mukaisesti, jolloin ydinprosesseihin käytettyjen työtuntien seuranta ja datan keräys on helppoa. Tällöin resurssien hallinta kuitenkin muuttuu melko työlääksi, koska ydinprosesseja on viisi kappaletta ja jokaisessa prosessissa toimii 5–7 henkilöä. Tämä tarkoittaa 25–35 riviä resursointeja ja jokaiselle resurssille on määritettävä tuntimäärä, aloitusajankohta ja päättymisajankohta. Usein projektien aikataulut muuttuvat alkuperäisistä arvioista, jolloin resursointien aloitus- ja päättymisajankohtia tulee muuttaa aikataulumuutosten mukaisesti. Jos esimerkiksi luonnossuunnittelua ei päästä aloittamaan alkuperäisen aikataulun mukaisesti ja resurssien aloitusajankohtaa joudutaan siirtää eteenpäin, ei toiminnanohjausjärjestelmän resursointityökalu automaattisesti osaa siirtää seuraavien ydinprosessien resursointeja eteenpäin. Tämä tarkoittaa sitä, että projektipäällikön olisi määriteltävä 25–35 rivin aloitus ja päättymispäivämäärät uudestaan jokaisen aikataulumuutoksen jälkeen.

Kuvassa 13 on esitetty toiminnanohjausjärjestelmä, jossa jokaiselle ydinprosessille on määritetty resurssit henkilöittäin

Resursoinnit						
Nimi	Alku aika	Loppu aika	Tunnit	Kesto	Tot/R...	
 Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu Vesi ja viemäri	28.02.2018	31.12.2022	1172,00 h	1768	0,0%	
 Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu Projektipäällikkö	01.01.2021	28.02.2021	23,00 h	59	0,0%	
 Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu Lämmitys	01.01.2021	28.02.2021	70,00 h	59	0,0%	
 Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu Ilmanvaihto	01.01.2021	28.02.2021	35,00 h	59	0,0%	
 Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu assistentti	01.01.2021	28.02.2021	30,00 h	59	0,0%	
 Alustavien teknisten suunnitelmien laadinta Vesi ja viemäri	01.01.2021	28.02.2021	18,00 h	59	0,0%	
 Alustavien teknisten suunnitelmien laadinta Projektipäällikkö	01.03.2021	31.03.2021	47,00 h	31	0,0%	
 Alustavien teknisten suunnitelmien laadinta Lämmitys	01.03.2021	31.03.2021	23,00 h	31	0,0%	
 Alustavien teknisten suunnitelmien laadinta Lämmitys	01.03.2021	31.03.2021	35,00 h	31	0,0%	
 Alustavien teknisten suunnitelmien laadinta Ilmanvaihto	01.03.2021	31.03.2021	35,00 h	31	0,0%	
 Alustavien teknisten suunnitelmien laadinta Energiasuunnit...	01.03.2021	31.03.2021	58,00 h	31	0,0%	
 Alustavien teknisten suunnitelmien laadinta Automaatio	01.03.2021	31.03.2021	63,00 h	31	0,0%	
 Alustavien teknisten suunnitelmien laadinta Automaatio	01.03.2021	31.03.2021	7,00 h	31	0,0%	
 Alustavien teknisten suunnitelmien laadinta assistentti	01.03.2021	31.03.2021	18,00 h	31	0,0%	
 Suunnitelmat urakkalaskentaa varten Vesi ja viemäri	01.03.2021	31.03.2021	18,00 h	31	0,0%	
 Suunnitelmat urakkalaskentaa varten Projektipäällikkö	01.04.2021	31.05.2021	140,00 h	61	0,0%	
 Suunnitelmat urakkalaskentaa varten Lämmitys	01.04.2021	31.05.2021	47,00 h	61	0,0%	
 Suunnitelmat urakkalaskentaa varten Lämmitys	01.04.2021	31.05.2021	88,00 h	61	0,0%	
 Suunnitelmat urakkalaskentaa varten Ilmanvaihto	01.04.2021	31.05.2021	175,00 h	61	0,0%	
 Suunnitelmat urakkalaskentaa varten automaatio	01.04.2021	31.05.2021	175,00 h	61	0,0%	
 Suunnitelmat urakkalaskentaa varten Automaatio	01.04.2021	31.05.2021	35,00 h	61	0,0%	
 Suunnitelmat urakkalaskentaa varten Assistentti	01.04.2021	31.05.2021	52,00 h	61	0,0%	
 Täydentävien suunnitelmien laadinta Vesi ja viemäri	01.04.2021	31.05.2021	52,00 h	61	0,0%	
 Täydentävien suunnitelmien laadinta Projektipäällikkö	01.06.2021	30.06.2021	12,00 h	30	0,0%	
 Täydentävien suunnitelmien laadinta Projektipäällikkö	01.06.2021	30.06.2021	47,00 h	30	0,0%	
 Täydentävien suunnitelmien laadinta Lämmitys	01.06.2021	30.06.2021	9,00 h	30	0,0%	
 Täydentävien suunnitelmien laadinta Lämmitys	01.06.2021	30.06.2021	9,00 h	30	0,0%	
 Täydentävien suunnitelmien laadinta Ilmanvaihto	01.06.2021	30.06.2021	15,00 h	30	0,0%	
 Täydentävien suunnitelmien laadinta Ilmanvaihto	01.06.2021	30.06.2021	15,00 h	30	0,0%	
 Täydentävien suunnitelmien laadinta Assistentti	01.06.2021	30.06.2021	6,00 h	30	0,0%	
 Rakentamisen aikaiset tehtävät Vesi ja viemäri	01.06.2021	30.06.2021	6,00 h	30	0,0%	
 Rakentamisen aikaiset tehtävät Projektipäällikkö	01.08.2021	31.12.2022	12,00 h	518	0,0%	
 Rakentamisen aikaiset tehtävät Projektipäällikkö	01.08.2021	31.12.2022	47,00 h	518	0,0%	
 Rakentamisen aikaiset tehtävät Lämmitys	01.08.2021	31.12.2022	9,00 h	518	0,0%	
 Rakentamisen aikaiset tehtävät Lämmitys	01.08.2021	31.12.2022	9,00 h	518	0,0%	
 Rakentamisen aikaiset tehtävät Ilmanvaihto	01.08.2021	31.12.2022	15,00 h	518	0,0%	
 Rakentamisen aikaiset tehtävät Energia	01.08.2021	31.12.2022	15,00 h	518	0,0%	
 Rakentamisen aikaiset tehtävät Energia	01.08.2021	31.12.2022	12,00 h	518	0,0%	
 Rakentamisen aikaiset tehtävät Assistentti	01.08.2021	31.12.2022	24,00 h	518	0,0%	

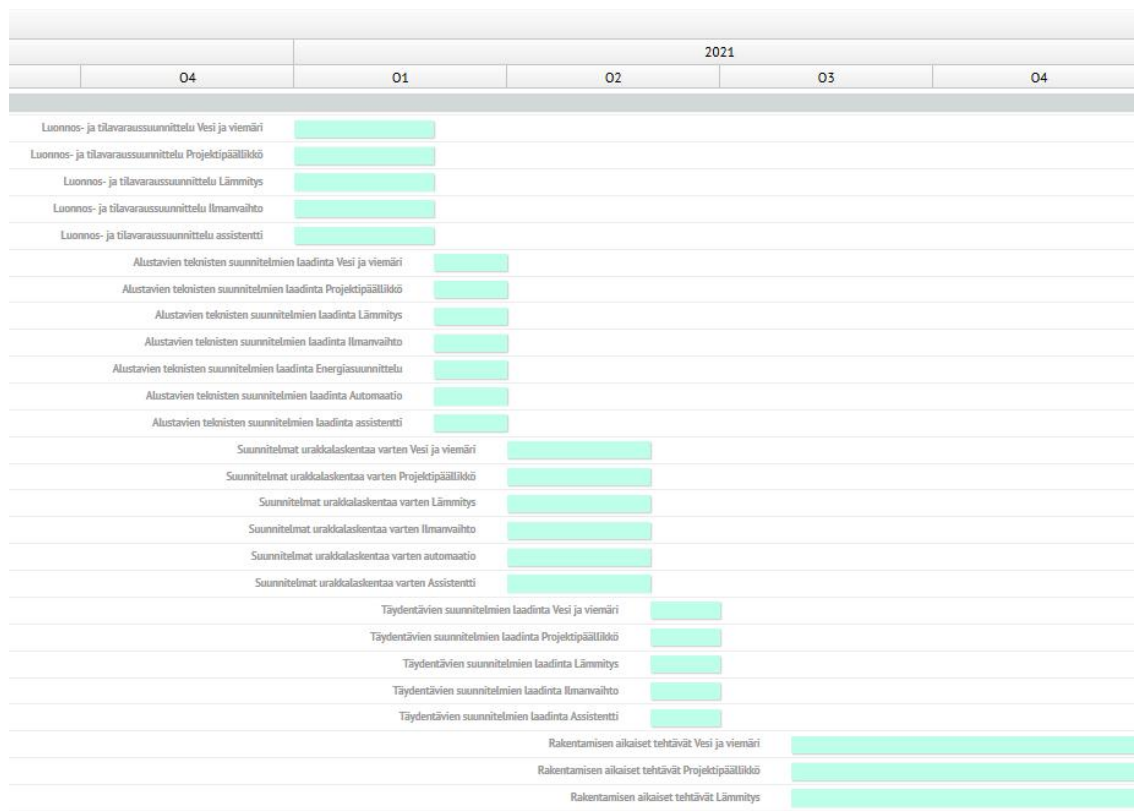
Kuva 13. Resursoinnit henkilöittäin ja ydinproseisseittain.

Toisena haasteena on se, että resursoidut henkilöt eivät tuntikirjauksen yhteydessä voi määrittää muuta kuin projektin, jolle tunnit kirjataan. Eli tunteja kirjaava henkilö ei voi itse määrittää, kirjaako tunteja luonnos- ja tilavarauksvaiheeseen, vai alustavien teknisten suunnitelmien laadintaan. Kirjatut tunnit menevät järjestelmässä automaattisesti kyseiselle henkilölle määritetyille riville.

Esimerkiksi, jos vesi- ja viemärisuunnittelija kirjaa työtunteja aikavälillä 1.1.2021–28.2.2021, tulee tuntikirjaus näkymään luonnos- ja tilavaraussuunnittelussa, johon vesi- ja viemärisuunnittelijalle on varattu yllä olevassa esimerkkiresursoinnissa 23 työtuntia. Jos vesi- ja viemärisuunnittelija pääseeikin aloittamaan luonnos- ja tilavaraussuunnittelun vasta maaliskuussa, mutta resursointien aloitus- ja lopetuspäivämääriä ei ole korjattu

järjestelmään, näkyvät suunnittelijan kirjaamat tunnit virheellisesti alustavien teknisten suunnitelmien laadinnassa, jonka oli alun perin tarkoitus alkaa maaliskuun alussa.

Kuvassa 14 on esitetty resursoinnit aikajanalla.









Kuva 14. Resursoinnit aikajanalla.

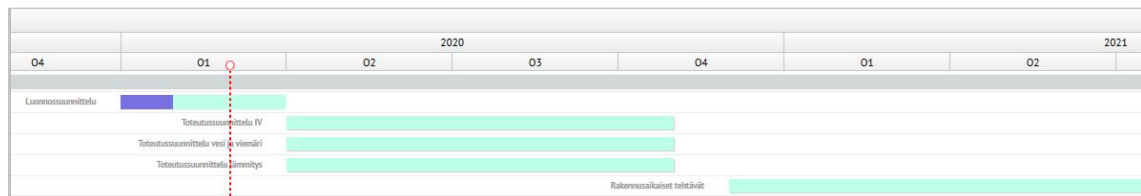
Samankaltainen ongelma tulee esiin silloin, kun yhdelle henkilölle on resursoitu kaksi eri tehtävää samalle aikavälille. Tällöin ohjelma merkitsee kirjatut tunnit sattumanvaraisesti jommallekummalle hänelle laaditulle resurssiriville.

Tästä syystä laadittujen ydinprosessien mukaista resursointia on haasteellista ylläpitää tämän hetken järjestelmällä. Resursoinnit on syytä pitää tiiviimpänä ja yhdistää joitain ydinprosesseja. Esimerkiksi alustavien teknisten suunnitelmien laadinta ja suunnitelmien laatiminen urakalaskentaa varten voidaan yhdistää esimerkiksi nimikkeeksi toteutus-suunnittelu. Resursointeja tehdessä pitää myös miettiä, onko projekti sen kokoinen, että projektipäällikkö laatii luonnossuunnitelmat ja muu suunnitteluryhmä osallistuu projektiin vasta toteutussuunnitteluvaiheessa. Samoin työmaa-aikaiset tehtävät voidaan resursoida alustavasti vain yhdelle henkilölle. Tällöin projektin resursointi on yksinkertaisempi

ja helpommin hallittavissa. Kuvissa 15 ja 16 on esitetty yksinkertaistettu resursointi toiminnanohjausjärjestelmässä.

Resursoinnit					
Nimi	Alkuaika	Loppuaika	Tunnit	Kesto	Tot/R...
	01.08.2018	31.12.2022	1030,00 h	1614	6,4%
 Luonnossuunnittelu	01.01.2020	30.03.2020	180,00 h	90	32,8%
 Toteutussuunnittelu IV	01.04.2020	31.10.2020	250,00 h	214	0,0%
 Toteutussuunnittelu vesi ja viemäri	01.04.2020	31.10.2020	250,00 h	214	0,0%
 Toteutussuunnittelu lämmitys	01.04.2020	31.10.2020	200,00 h	214	0,0%
 Rakennusaikaiset tehtävät	01.12.2020	31.12.2022	150,00 h	761	0,0%

Kuva 15. Yksinkertaistettu resursointi.



Kuva 16. Yksinkertaistettu resursointi aikajanalla.

Tämä tarkoittaa sitä, että prosessien mittaamiseen ja kehittämiseen tarvittava data täytyy kerätä muilla tavoin.

Toiminnanohjausjärjestelmästä saadaan kerättyä projektille kirjatut tunnit ja suunnittelijan kirjoittamat tuntiselitteet taulukkomuotoon halutuilta aikaväleiltä. Tämä mahdollistaa tarvittavan datan keräämisen suoraan tuntikirjauksista. Taulukossa 9 on esitetty toiminnanohjausjärjestelmästä tulostettu tapahtumaraportti.

Taulukko 9. Tapahtumaraportti.

Tapahtumaraportti			
01.01.2020 - 29.02.2020			
	Pvm	Tunnit	Selitys
66			
Henkilö 1			
		4	
	13.01.2020	1	Sopimuksen ja aikataulun kommentit
	13.02.2020	1,5	Hulevesisuunnittelun sopimusasiat
	24.02.2020	1	Hulevesisuunnittelun sopimusasiat
Henkilö 2			
		59	
	07.01.2020	3	Peruskerrosvaihtoehtojen kommentointi arkkitehdille
	16.01.2020	5	Suunnittelukokous + tietomallinnuksen aloituspalaveri + matkat
	23.01.2020	1	Ilmanottosäleiköt
	17.02.2020	4	LVIÄ lähtötietopalaveri tilaajan toimistolla + matkat
	18.02.2020	8	Hormi- ja tilavaraussuunnittelu.
	19.02.2020	7,5	Hormi- ja tilavaraussuunnittelu.
	20.02.2020	7,5	Hormisuunnittelu, ilmamäärälaskenta
	21.02.2020	4,5	Hormi- ja tilavaraussuunnittelu.
	24.02.2020	6,5	Hormi- ja tilavaraussuunnittelu.
	25.02.2020	4,5	Hormi- ja tilavaraussuunnittelu.
	27.02.2020	7,5	Suunnittelukokous, valmistelut ja yhteenvedo.
Henkilö 3			
		1	
	11.02.2020	1	projektin hallinta, maksuerätaulukko
Henkilö 4			
		2	
	17.02.2020	2	Arkkitehtipohjien käsittelyä.
		66	

Jotta datan kerääminen suoraan tuntikirjauksista on mahdollista, tulee suunnittelijoiden tuntikirjausten selitteiden olla tarkkoja ja prosessien mukaisia. Yksi vaihtoehto tuntikirjauksien selitteessä on ilmoittaa ydinprosessi ja osaprosessi.

Esimerkiksi: Alustavien suunnitelmien laatiminen: Raitisilmasäleikköjen ja ulospuhallushajottajien sijoitukset.

Tällöin tuntikirjaukset voidaan järjestää ydinprosessien mukaiseen järjestykseen ja tarvittava data on helposti saatavissa ja käytettävissä.

Suunnitteluryhmälle ohjeistetaan uusi tuntikirjauskäytäntö ja suunnittelijoille annetaan nimikkeet, joita tuntikirjauksissa käytetään.

Tuntikirjausten yhteydessä selviää myös, onko laadituissa osaprosesseissa ja tehtävissä puutteita tai ylimääräisiä asioita. Prosessikaavioita päivitetään havaittujen puutteiden mukaisesti.

Kuvissa 17–19 esitetään suunnitteluryhmän osaprosessit ja tuntiarviot.

Projektipäällikkö	% 20	Tunnit yhteensä 233,4622824	Ilmanvaihto	% 25	Tunnit yhteensä 291,8
Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu	30	70,0	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu	10	29,2
Projektin avaus ja aloituspalaveri	5	3,5	Ilmämääräskenta	45	13,1
Lahtotietojen keruu	5	3,5	Konetunnukset ja palvelualueet	15	4,4
Teknisten tilojen tilavaraukset	15	10,5	Koneajot	10	2,9
Hormisuunnittelu	75	52,5	Ilmanvaihtokoneiden sijoitukset	30	8,8
Alustavien suunnitelmien laatiminen	10	23,3	Alustavien suunnitelmien laatiminen	20	58,4
Toteutussuunnittelun aloituspalaveri	5	1,2	Tarkennetut ilmämääräskelmat	7,5	4,4
Peruserroksen tarkastus	40	9,3	IV-päätelaiteuuttelo ja magicad	7,5	4,4
Alakatot, kotelot ja hormitarkennukset	20	4,7	Peruserroksen suunnittelu	60	35,0
Peruserroksen reiät	15	3,5	Raitisilmasaleikköjen ja UPH sijoitukset	12,5	7,3
Projektin hallinta	20	4,7	Laiteluettelo	12,5	7,3
Suunnitelmat urakkalaskentaa varten	20	46,7	Suunnitelmat urakkalaskentaa varten	60	175,1
LVI-työselostus	15	7,0	Alimman kerroksen suunnittelu	15	26,3
Materiaalierittely	10	4,7	Erlaisten kerrosten suunnittelu	30	52,5
Suunnitelmien tarkastus ja kommentit	20	9,3	IV-konehuoneiden suunnittelu	10	17,5
Yhteensovitus	15	7,0	Vesikaton suunnittelu	10	17,5
Kokoukset	30	14,0	Mitoitukset ja tasapainotukset	10	17,5
Projektin hallinta	10	4,7	Detaljit	5	8,8
			(Autohallin ilmanvaihtosuunnittelu)	0	0,0
			(Tarvittavat leikkaukset)	0	0,0
			Laiteluettelotarkennukset	5	8,8
Täydentävien suunnitelmien laatiminen	20	46,7	Täydentävien suunnitelmien laatiminen	5	14,6
kuvien leimaus	10	4,7	Tarvittavat detalji ja leikkauslisäykset	70	10,2
Reikäkuvat	90	42,0	SFP-laskelmat	30	4,4
Rak.aikaiset tehtävät	20	46,7	Rak.aikaiset tehtävät	5	14,6
Työmaakokoukset	100	46,7	Työmaa-aikaiset muutokset	100	14,6

Kuva 17. Projektipäällikön ja ilmanvaihtosuunnittelijan osaprosessit ja tuntiariot.

Vesi ja viemäri	% 20	Tunnit yhteensä 233,4622824	Lämpö ja jäähdytys	% 15	Tunnit yhteensä 175,0967118
Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu	10	23,3	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu	20	35,0
Liitoskohtalausunto	20	4,7	lämpöviälaskenta	90	31,5
Alustavat virtaama- ja painelaskelmat	40	9,3	Runkoreiit LjH-nousut	10	3,5
Runkoreiit LjH-nousut	40	9,3			
Alustavien suunnitelmien laatiminen	20	46,7	Alustavien suunnitelmien laatiminen	20	35,0
Vesikalusteluettelo ja magicad	10	4,7	Lämpöviälaskelmien tarkennukset	5	1,8
Peruserroksen suunnittelu	60	28,0	Patterinousut ja/tai jakotukkipaapit	20	7,0
Alustava asemapiirustus	20	9,3	Peruserroksen suunnittelu	60	21,0
Laiteluettelo	10	4,7	Alustava kytkentäkaavio	10	3,5
			Laiteluettelo	5	1,8
Suunnitelmat urakkalaskentaa varten	60	140,1	Suunnitelmat urakkalaskentaa varten	50	87,5
Alimman kerroksen suunnittelu	15	21,0	Alimman kerroksen suunnittelu	20	17,5
Pohjaviemärien suunnittelu	8	11,2	Erlaisten kerrosten suunnittelu	35	30,6
Erlaisten kerrosten suunnittelu	30	42,0	IV-koneiden lämmityspatterit	5	4,4
Vesikaton suunnittelu	5	7,0	kytkentäkaavio	15	13,1
Mitoitukset ja tasapainotus	15	21,0	Mitoitukset ja tasapainotus	10	8,8
Asemapiirustus	20	28,0	detaljit	5	4,4
kaivot ja pumppaamot	5	7,0	Laiteluettelotarkennukset	5	4,4
(autohallin vesi- ja viemärisuunnittelu)	0	0,0	Suunnitelmien lähetys lämpölaitokselle	5	4,4
Laiteluettelotarkennukset	2	2,8			
Täydentävien suunnitelmien laatiminen	5	11,7	Täydentävien suunnitelmien laatiminen	5	8,8
Tarvittavat detalji ja leikkauslisäykset	20	2,3	Tarvittavat detalji ja leikkauslisäykset	100	8,8
KVV-laitteistoeselvitys	80	9,3			
Rak.aikaiset tehtävät	5	11,7	Rak.aikaiset tehtävät	5	8,8
Työmaa-aikaiset muutokset	100	11,7	Työmaa-aikaiset muutokset	100	8,8

Kuva 18. Putkisuunnittelijoiden osaprosessit ja tuntiariot.

Automaatio ja energia	% 10	Tunnit yhteensä 116,7311412	Projektiassistentti	% 10	Tunnit yhteensä 116,7311412
Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu	0	0,0	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu	15	17,5
			Piirustusluettelon laadinta	50	8,8
			MagiCAD-asetukset	50	8,8
Alustavien suunnitelmien laatiminen	60	70,0	Alustavien suunnitelmien laatiminen	15	17,5
Alustavat toimintakaaviot	10	7,0	Arkkitehtipohjien käsittely	30	5,3
Energiaselvitys	45	31,5	Otsikko taulut ja tulostusalueet	50	8,8
olosuhdesimuloinnit	45	31,5	Peruserroksen tulosteet	20	3,5
Suunnitelmat urakkalaskentaa varten	30	35,0	Suunnitelmat urakkalaskentaa varten	45	52,5
toimintakaaviot ja selostukset	100	35,0	Peruserrosten kopioinnit	70	36,8
			Urakkalaskentapaketin tulostukset	20	10,5
			Suunnitelmien lataukset projektipankkiin	10	5,3
Täydentävien suunnitelmien laatiminen	0	0,0	Täydentävien suunnitelmien laatiminen	5	5,8
	0	0,0	Tulosteet	100	5,8
	0	0,0			
Rak.aikaiset tehtävät	10	11,7	Rak.aikaiset tehtävät	20	23,3
Energiaselvityksen päivitys	100	11,7	Loppupiirustukset	90	21,0
			Huoltokirja-aineisto	10	2,3

Kuva 19. Automaatio- ja energiasuunnittelijoiden ja projektiassistentin osaprocessit ja tunti-arviot.

Toiminnanohjausjärjestelmästä saadaan tulostettua osaprojektiraportteja halutuun aikarajauksin. Osaprojektiraportissa näkyy kaikki projektille tehty tuntikirjaukset selitteineen halutulta aikaväliltä. Tuntikirjaukset saa tulostettua taulukkomuodossa

Projektipäällikkö tarkistaa projektin resursoinnit ja taloudellisen tilanteen, kun siirrytään ydinprosessista seuraavaan. Samalla projektipäällikkö tulostaa osaprojektiraportin taulukkomuotoon edellisen ydinprosessin ajalta. Projektipäällikkö ylläpitää taulukkoa, johon hän lisää jokaisen ydinprosessin päättyessä siihen tehty tuntikirjaukset.

Taulukossa 10 on esitetty toiminnanohjausjärjestelmästä tulostettava tapahtumaraportti luonnos- ja tilavaraussuunnittelun tuntikirjauksista.

Taulukko 10. Tapahtumaraportti luonnos ja tilavaraussuunnittelusta.

Tapahtumaraportti Luonnos ja tilavaraussuunnittelu			
01.02.2020 - 01.03.2020			
Osaprojekti	Pvm	Tunnit	Selitys
Kohde x		88,5	
Henkilö 1		3	
	13.02.2020	1,5	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Sopimusasiat
	24.02.2020	1	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Sopimusasiat
	26.02.2020	0,5	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Sopimusasiat
Henkilö 2		51	
	17.02.2020	4	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Lähtötietojen keruu
	18.02.2020	8	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Teknisten tilojen tilavaraukset
	19.02.2020	7,5	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Ilmamäärälaskenta
	20.02.2020	7,5	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Hormisuunnittelu
	21.02.2020	4,5	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Hormisuunnittelu
	24.02.2020	6,5	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Hormisuunnittelu
	25.02.2020	5,5	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Hormisuunnittelu
	27.02.2020	7,5	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Hormisuunnittelu
Henkilö 3		6	
	17.02.2020	2	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Liitoskohtalausannon tilaus
	27.02.2020	4	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Runkoreitit
Henkilö 4		26,5	
	25.02.2020	7,5	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Lämpöhäviölaskenta
	26.02.2020	7,5	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Lämpöhäviölaskenta
	27.02.2020	7,5	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Lämpöhäviölaskenta
	28.02.2020	4	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Runkoreitit
Henkilö 3		2	
	17.02.2020	2	Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: Arkkitehtipohjien käsittely

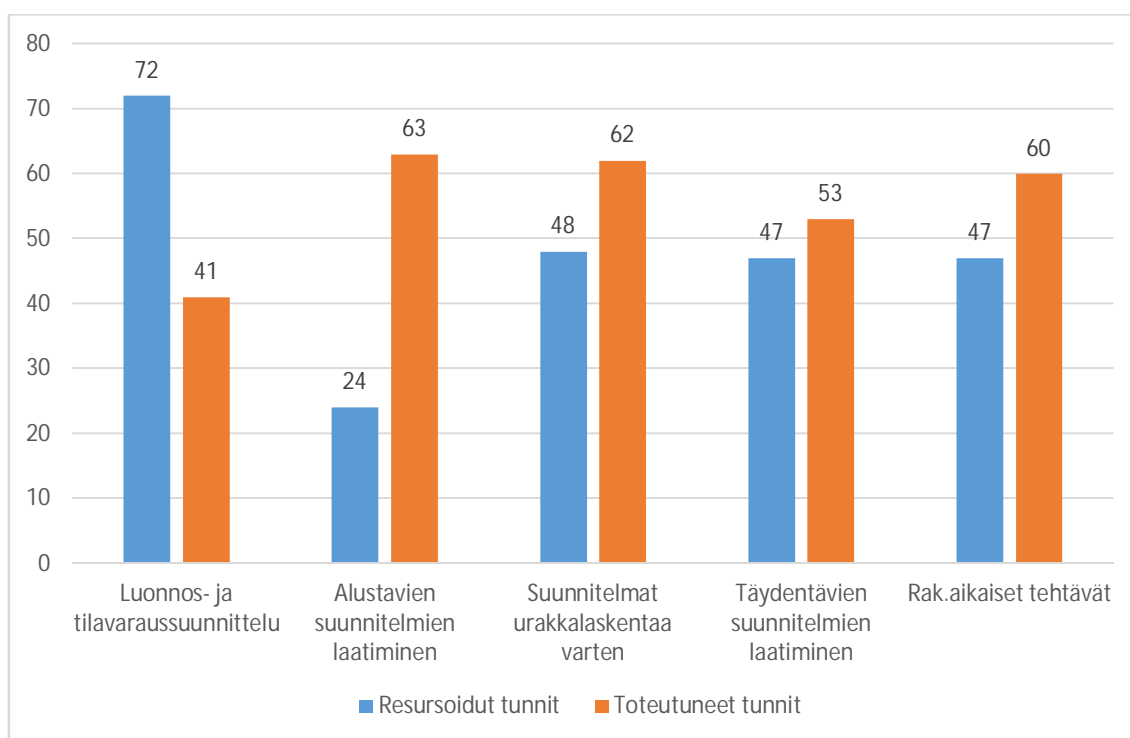
Jokaisen ydinprosessin alkaessa projektipäällikkö järjestää suunnitteluryhmälle projektipalaverin. Ennen projektipalaveria projektipäällikkö on käynyt läpi projektiin resursoidut tunnit ja toteutuneet tunnit. Jos resursoiduissa tuntimäärissä ja toteutuneissa tuntimäärissä on poikkeamia, selvitetään projektipalaverissa poikkeamien syyt ja seuraukset. Projektipäällikkö kirjaa poikkeamien syyt ja seuraukset ylläpitämäänsä tuntikirjaustaulukoon.

11 Datat analysointi

Projektipäälliköt lähettävät projektin päätyttyä tuntimäärätaulukon prosessien kehittämistä vastaavalle henkilölle. Tuntimäärätaulukko pitää sisällään projektin alussa resursoidut tuntimäärät ja toteutuneet tuntimäärät ydinprosesseittain. Projektipäällikkö ja prosessien kehittämisestä vastaava henkilö pitävät palaverin, jossa käydään läpi projektiin käytetty työ määrä, sekä miten ja miksi se on poikennut alkuperäisestä arviosta. Prosessien kehittämisestä vastaava henkilö ylläpitää listaa poikkeamista aiheutuneista syistä. Taulukossa 11 ja kuvassa 20 on esitetty resursoitujen ja toteutuneiden tuntien vertailu.

Taulukko 11. Resursoitujen ja toteutuneiden tuntien vertailu.

Projektipäälikkö	Resursoidut tunnit	Toteutuneet tunnit	Poikkeamien syyt
	238	279	
Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu	72	41	
Projektin avaus ja aloituspalaveri	4	3	
Lahtotietojen keruu	4	3	
Teknisten tilojen tilavaraukset	11	5	
Hormisuunnittelu	53	30	Hormisuunnittelu suoritettu nopeasti, mutta tarkastus on jäänyt tekemättä ja suunnitelmassa on puutteita.
Alustavien suunnitelmien laatiminen	24	63	
Toteutussuunnittelun aloituspalaveri	1	3	
Peruskerroksen tarkastus	9	25	Hormisuunnittelun puutteet tulleet ilmi peruskerrosta tarkistettaessa ja hormoneja on pitänyt kasvattaa
Alakatot, kotelot ja hormitarkennukset	5	25	Tarvittavat hormimuutokset ovat olleet hankalia arkkitehtuurin ja rakenteen kannalta
Peruskerroksen relät	4	5	
Projektin hallinta	5	5	
Suunnitelmat urakkalaskentaa varten	48	62	
LVI-työselostus	7	7	
Materiaalierittely	5	5	
Suunnitelmien tarkastus ja kommentit	10	10	
Yhteensovitus	7	15	Sähkösuunnitelmat saatu myöhässä ja yhteensovituksessa törmäilyjä.
Kokoukset	14	20	Yhteensovitus jouduttu järjestämään kahteen kertaan
Projektin hallinta	5	5	
Täydentävien suunnitelmien laatiminen	47	53	
kuvien leimaus	5	3	
Reikäkuvat	42	50	Kellaritiloissa paljon rakenteellisesti hankalia läpivientejä, joita on jouduttu optimoimaan
Rak.aikaiset tehtävät	47	60	
Työmaakokoukset	47	60	Työmaa-aikana jouduttu selvittämään LVI ja sähkön reittiristiriitoja



Kuva 20. Resursoitujen ja toteutuneiden tuntien vertailu.

Prosessien kehittämisestä vastaava henkilö ylläpitää taulukkoa, johon tuodaan kaikkien tulevien projektien tuntikirjaustaulukot.

11.1 Prosessikaavioiden optimointi

Ensimmäisessä vaiheessa selvitetään, sisältääkö prosessikaaviot kaikki tarvittavat tehtävät. Prosessikaavioiden puutteet tulevat ilmi ensimmäisten projektien aikana, kun prosessikaaviot ja tuntikirjausohjeistus on otettu käyttöön. Projektiryhmä on saanut projektipäälliköltä ohjeistukset ja listat tuntikirjausselitteistä. Jos projektiryhmän jäsen ei löydä listasta työtehtäväänsä liittyvää tuntikirjausselitevaihtoehtoa, tulee tarkistaa täytyykö osaprosesseja ja tuntikirjaustaulukkoja päivittää.

11.2 Tuntiarviotaulukon optimointi

Toisessa vaiheessa optimoidaan tuntiarviotaulukko. Tuntiarviotaulukko on laadittu prosessikaavioiden laadinnan yhteydessä ja eri ydinprosesseihin käytettävät tuntiarviot on saatu vanhojen projektien tuntikirjausten keskiarvoista. Vanhat projektit ovat jaettu luonnossuunnitteluun, toteutussuunnitteluun ja rakentamisen aikaisiin tehtäviin ja työmäärät jakautuivat kyseisiin vaiheisiin siten, että luonnossuunnitteluun on käytetty keskimäärin 15 %, toteutussuunnitteluun 64 % ja rakentamisen aikaisiin tehtäviin 21 % kokonaistyömäärästä. Useassa vanhassa projektissa rakentamisen aikaisiin tehtäviin on kirjattu sellaisia tehtäviä, jotka eivät kuulu rakentamisen aikaisiin tehtäviin. Esimerkiksi reikävarauspiirustukset. Tästä syystä uudessa taulukossa rakentamisen aikaisten tehtävien osuutta on hieman pienennetty.

Nyt laadituissa prosessikaavioissa ydinprosesseja on viisi kappaletta ja projektin tuntiarviot jakautuvat ydinprosesseihin seuraavasti:

- | | |
|--|--------|
| • Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu: | 15 % |
| • Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen: | 21,5 % |
| • Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten: | 46 % |
| • Täydentävien suunnitelmien laatiminen: | 7,5 % |
| • Rakentamisen aikaiset tehtävät: | 10 % |

Osaprosessien osalta tuntikirjausdatan kerääminen vanhoista projekteista osoittautui liian epävarmaksi. Tuntikirjausselitteet eivät ole tarpeeksi täsmällisiä, jotta niistä olisi mahdollista selvittää eri osaprosesseihin käytetyt työtunnit.

Tästä syystä osaprosesseihin arvioidut työmäärät ovat vain osittain dataan perustuvaa tietoa ja osittain kokemusperäistä tietoa ja näitä työmääräarvioita korjataan tulevien projektien tuntikirjausdataan perustuvalla tiedolla.

Tuntiarvioiden optimointi tapahtuu siten, että prosessien kehittämisestä vastaava henkilö ylläpitää taulukkoa, johon kerätään tulevien projektien toteutuneet tuntimäärät ydin- ja osaprosesseittain. Kun dataa on saatu vähintään viidestä projektista, voidaan jo kohtuullisen luotettavasti käyttää saadun datan keskiarvoja. Tuntiarviotaulukko päivitetään osaprosesseihin keskimäärin käytetyillä tuntimäärillä. Tuntiarviotaulukon optimointi aloitetaan heti, kun viiden projektin suunnitteluvaiheet ovat suoritettu täydentävien suunnitelmien laatimiseen saakka. Rakentamisen aikaiset tehtävät saattavat kestää ajallisesti noin kaksi vuotta, joten niin pitkään ei kannata odottaa optimoinnin aloittamista. Tuntikirjausarviotaulukkoa päivitetään rakentamisen aikaisten tehtävien osalta sitten, kun nyt suunnitteluun tulevia projekteja valmistuu.

Optimoinnin lopputuloksena on toteutuneita tuntimääriä vastaava tuntiarviotaulukko sekä prosessikaaviot, jotka sisältävät kaikki tarvittavat osaprosessit.

12 Prosessien kehittäminen

Prosessikaavioiden ja tuntikirjaustaulukoiden optimointi on jo sinällään osa prosessien kehittämistä, mutta tässä osiossa keskitytään tarkemmin siihen, miten yksittäisiä osaprosesseja voidaan tulevaisuudessa kehittää.

Tässä vaiheessa prosessikaaviot ja tuntikirjaustaulukot ovat päivitetty todellista tilannetta vastaavaksi, mutta työtapoja ei sinänsä ole vielä kehitetty. Vaikkakin todennäköisesti prosessikaavioiden olemassaolo tehostaa työntekoa ja tehtäviä tehdään oikeamassa järjestyksessä. Tästä eteenpäin datan analysointivaiheessa keskitytään enemmän niihin syihin, jotka ovat aiheuttaneet ylimääräistä työtä, sekä tutkitaan mihin osaprosesseihin kuluu paljon aikaa.

Ensimmäisenä keskitytään kehittämään niitä osaprosesseja, joihin on kulunut arvioitua enemmän työaikaa, sekä niitä osaprosesseja, jotka ovat osaltaan vaikuttaneet ennakoimattomiin työtehtäviin.

Prosessien kehittämisvaihe sisältää viisi eri vaihetta. [10.]

12.1 Vaihe 1 – potentiaaliset ratkaisuvaihtoehdot

Ensimmäisessä vaiheessa tunnistetaan potentiaaliset ratkaisut syihin, jotka ovat aiheuttaneet arvioitua suuremman työmäärätarpeen.

Tilanne voisi olla esimerkiksi sellainen, että projektin työmaavaiheessa on tullut ilmi, että rakennuksen jätevesiviemäri ei voi liittyä kaupungin jätevesiviemäriin halutussa liitoskorossa, koska paikallisen energialaitoksen kaukolämpöputket ovat juuri samassa korossa ja estämässä liitoksen haluttuun korkoon.

Prosessien kehittämisestä vastaava henkilö järjestää ideointipalaverin projektipäälliköiden kanssa, jossa pohditaan mahdollisia ratkaisuja. Ideointipalaverin lopputuloksena on lista potentiaalisista ratkaisuista.

Esimerkkitapauksessa ideointipalaverissa voisi tulla potentiaalisiksi ratkaisuvaihtoehdoiksi esimerkiksi seuraavia asioita:

- Suunnitelmien omatarkastuslistan asemapiirustuksen tarkastusosioon lisätään kohta, joka määrittää, että asemapiirustuksen laatijan tulee tarkastaa johtokarttaotteista, missä koroissa kadun alla kulkevat putket ovat.
- Prosessikaavion osaprosessia ”liitoskohtalausunnon tilaus” tarkennetaan siten, että liitoskohtalausuntoa hakeva varmistaa johtokarttaotteista, että haluttuun liitokseen päästään.
- Prosessikaavion osaprosessia ”alustavan asemapiirustuksen suunnittelu” tarkennetaan siten, että vesi- ja viemärisuunnittelija varmistaa johtokarttaotteista tai muulla tavalla, että haluttuun liitoskorkoon päästään.

12.2 Vaihe 2 – ratkaisuvaihtoehdon valinta

Toisessa vaiheessa valitaan paras ratkaisuvaihtoehto analysoimalla potentiaalisten vaihtoehtojen hyviä ja huonoja puolia. Lopputuloksena on yksi valittu ratkaisu.

Esimerkkitapauksessa ensimmäinen vaihtoehto hylätään, koska jos asia tulisi ilmi vasta urakkalaskentasuunnitelmien tarkastusvaiheessa, on koko rakennuksen viemäröinti ehditty suunnitella mahdollisesti mahdottomilla koroilla ja koko runkoviemäröinti on muutettava.

Toinen vaihtoehto hylätään, koska liitoskohtalausuntoa tilatessa ei vielä määritetä tarkkoja liitoskorkoja, vaan tässä vaiheessa vasta saadaan tieto alimmasta mahdollisesta liitoskorosta ja padotuskorosta.

Kolmas vaihtoehto valitaan. Prosessikaavion osaprosessin tarkennus siten, että vesi- ja viemärisuunnittelija varmistaa alustavaa asemapiirustusta laatiessa, että haluttuun liitoskorkoon päästään. Tässä vaiheessa hänellä on liitoskohtalausunto käytettävissä, ja jos johtokarttaotteista ei selviä muun tekniikan korkoasemia, hän selvittää ne ottamalla yhteyttä tarvittaviin henkilöihin.

12.3 Vaihe 3 – riskiarviointi

Kolmannessa vaiheessa tarkistetaan prosessikaavio ja arvioidaan, mitä mahdollisia riskejä valitun ratkaisun lisääminen kaavioon tai prosessin muuttaminen tuo.

Esimerkkitapauksessa ratkaisun lisääminen kaavioon ei tuota riskejä, mutta erilaisissa tapauksissa myös riskejä täytyy arvioida. Tällaisia tapauksia voisi olla esimerkiksi tilanne, jossa suunnitteluvirheet johtuvat henkilöstön tietotaidon puutteesta ja prosessin kehittämisen ratkaisuksi valitaan henkilöstön koulutus. Tällöin riskinä voisi olla esimerkiksi koulutukseen käytettävä työaika, joka on pois projektitoiminnasta ja voisi aiheuttaa mahdollisesti viivästyksiä projekteissa.

12.4 Vaihe 4 – täytäntöönpanosuunnitelma

Neljännessä vaiheessa tehdään täytäntöönpanosuunnitelma.

Täytäntöönpano suunnitelma sisältää seuraavat asiat:

- aikataulun, jonka aikana kehitysratkaisu toteutetaan
- määritelmän, ketkä ovat vastuussa täytäntöönpanosta
- määritelmän, keitä työntekijöitä asia koskee
- tavan, jolla asia tuodaan työntekijöiden tietoon.

Esimerkkitapauksessa prosessien hallinnasta vastaava henkilö päivittää vesi- ja viemärisuunnittelijan prosessia sovitulla tavalla ja osaston päällikkö tuo asian työntekijöiden tietoon esimerkiksi viikkopalaverissa ja lähettää päivitetyt kaaviot työntekijöille.

12.5 Vaihe 5 – vaikutuksen arviointi

Vaiheessa 5 tarkastetaan, millaisia vaikutuksia prosessin kehittämisellä on ollut. Prosessien hallinnasta vastaava henkilö ylläpitää dokumenttia kaikista parannuksista ja niiden vaikutuksista.

Esimerkkitapauksessa vaikutus pitäisi olla se, että vastaavaa ongelmaa ei enää prosessin kehittämisen jälkeen tule ja näin yksi ennakoimaton työmäärää lisäävä ongelmakohta on saatu korjattua.

13 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli laatia suunnitteluprosessit asuinkerrostalokohteiden LVI-suunnittelua varten. Suunnitteluprosessit jaettiin ydin- ja osaprosesseihin ja prosesseista tehtiin prosessikaaviot. Projektipäällikön osaprosesseihin syvennettiin ja määritettiin jokaiselle osaprosessille tehtävän sisältö, tarvittavat dokumentit ja työkalut tehtävän suorittamista varten, sekä tehtävän lopputuote.

Tämän lisäksi lopputyössä selvitettiin, miten laaditut prosessikaaviot tarkastetaan mahdollisten virheiden ja puutteiden varalta ja millä tavoin prosessikaaviot optimoidaan siten, että ne sisältävät varmasti tarvittavat tiedot ja prosessit ovat oikeassa järjestyksessä. Lopuksi lopputyössä käsiteltiin, miten prosesseja aletaan jatkossa kehittämään.

Nyt asuinkerrostalokohteiden LVI-suunnitteluprosessit on määritelty ja prosessikaaviot on otettu ensimmäisissä suunnitteluprojekteissa käyttöön. Myös lopputyössä esitelty tuntikirjausten kirjausmuoto on otettu pilottiprojektissa käyttöön, jotta prosessikaavioiden optimointi voidaan aloittaa.

Jatkossa on tarkoitus, että yrityksessä laaditaan tarkennetut osaprosessit tehtävänkuvauksineen myös ilmanvaihtosuunnittelijalle, vesi- ja viemärisuunnittelijalle, lämpö- ja jäähdytysuunnittelijalle, automaatio suunnittelijalle, energiasuunnittelijalle, sekä assistentille.

Lopputuloksena on kattava tietopaketti asuinkerrostalokohteiden LVI-suunnittelusta, joka auttaa suunnittelijoita ymmärtämään kokonaiskuvan ja oman tehtävän merkityksen ja auttaa projektipäälliköitä määrittämään aikatauluja tarkemmin.

Lisäksi prosessien mittaamisella voidaan havaita, mihin kuluu hukka-aikaa ja mitä prosesseja ja käytettäviä työkaluja pitää kehittää.

Lähteet

- 1 Schön, Lennart. 2013. Maailman taloushistoria. Osuuskunta Vastapaino.
- 2 Frederick Taylor and Scientific Management. Verkkoaineisto. Mind Tools.
<https://www.mindtools.com/pages/article/newTMM_Taylor.htm>
Luettu 15.8.2019.
- 3 Porter's Value Chain. Verkkoaineisto. Mind Tools.
<https://www.mindtools.com/pages/article/newSTR_66.htm>
Luettu 20.8.2019.
- 4 Prosessijohtaminen. Verkkoaineisto. Sosiaalitaito.
<<http://sosiaalitaito.fi/ep/tiedostot/prosessijohtaminen.pdf>>
Luettu 22.8.2019.
- 5 Lecklin, Olli. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. Talentum Oyj.
5. painos.
- 6 Sarén-Koivu, Annamari. 2017. Prosessien kuvaaminen ja prosessiajattelun käyttöönotto. Opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 7 Tuurala, T. 2010. Prosessi, prosessiorganisaatio ja prosessin ohjaus. Verkkoaineisto. Laatuakatemia. <<http://www.kotiposti.net/tuurala/proses-sit.htm>>. Luettu 15.9.2019.
- 8 Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo. 2004. RT 10-10827. Rakennustieto Oy.
- 9 Silvennoinen, Visa. Suunnittelujohtaja. Sitowise Oy. Haastattelu. 6.10.2019
- 10 Carleton, Sarah. 2018, The black belt Memory jogger. Goal/QPC.
2. painos